



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

Inventor: Jeong-Hwan Song Examiner: Ryan A. Lepisto

Serial No.: 10/625,161 Group Art Unit: 2883

Filed: July 23, 2003

Title: ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING

Commissioner for Patents  
Mail Stop Amendment  
Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

**DECLARATION UNDER 37 CFR §1.131**

Sir:

City of: Seoul

Country of: Republic of Korea

I, Mr. Young Wook Park declare, depose and state:

1. I am a manager at Samsung's Intellectual Property Team, who is an assignee of above mentioned application and to whom the inventors have assigned the above application in writing, as evidenced in the enclosed assignment recording sheet (Exhibit A).

2. I certify that due diligence was exercised in having a patent application prepared and filed as evidenced by the following:

3. Prior to the Korean Patent Office priority filing date of our application on January 21, 2003, we completed an Invention Disclosure Document on September 18, 2002 (Exhibit B - a copy of English translation is attached) that discloses the invention as claimed in the Korean Priority Application, which was invented in Korea, a World Trade Organization country.

On October 18, 2002, Samsung Electronics Co. instructed K.J. Lee Patent & Trademark Office to begin preparation of a patent application at once. Mr. Soo-Young Youn and Mr. Seok-Won Kang of K.J. Lee Patent & Trademark Office in Seoul, Korea, prepared a draft of the patent application and sent same to the inventors for review on January 17, 2003 (Exhibit C).

On January 20, 2003, after review by the inventors and Samsung, K.J. Lee Patent & Trademark Office was instructed to file the patent application in the Korean Patent Office (as shown in Exhibit D - a copy of English Translation is attached thereto), which occurred on January 21, 2003.

As evidenced by items 1-3 above and the attached exhibits, it is clearly shown that our invention antedates the 12/10/2002 filing date of the Lazaro Villa reference along with due diligence exercised on our behalf prior to filing.

I declare and certify by my signatures below that all the statements made above of our own knowledge are true, and all statements made on information and belief are believed to be true. We are aware that willful false statements and the like are punishable by fine or imprisonment, or both (18 U.S.C. §1001) and may jeopardize the validity of the application or any patents issuing thereon.

Young Wook Park  
Young Wook Park

2005. 5. 4.  
Date

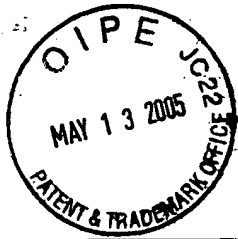


Exhibit A

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNDER SECRETARY OF COMMERCE FOR INTELLECTUAL PROPERTY AND  
DIRECTOR OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

FEBRUARY 11, 2004

PTAS



\*102512884A\*

CHA & REITER  
STEVE CHA  
411 HACKENSACK AVENUE, 9TH FLOOR  
HACKENSACK, NEW JERSEY 07601

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
NOTICE OF RECORDATION OF ASSIGNMENT DOCUMENT

THE ENCLOSED DOCUMENT HAS BEEN RECORDED BY THE ASSIGNMENT DIVISION OF THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE. A COMPLETE MICROFILM COPY IS AVAILABLE AT THE ASSIGNMENT SEARCH ROOM ON THE REEL AND FRAME NUMBER REFERENCED BELOW.

PLEASE REVIEW ALL INFORMATION CONTAINED ON THIS NOTICE. THE INFORMATION CONTAINED ON THIS RECORDATION NOTICE REFLECTS THE DATA PRESENT IN THE PATENT AND TRADEMARK ASSIGNMENT SYSTEM. IF YOU SHOULD FIND ANY ERRORS OR HAVE QUESTIONS CONCERNING THIS NOTICE, YOU MAY CONTACT THE EMPLOYEE WHOSE NAME APPEARS ON THIS NOTICE AT 703-308-9723. PLEASE SEND REQUEST FOR CORRECTION TO: U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE, ASSIGNMENT DIVISION, BOX ASSIGNMENTS, CG-4, 1213 JEFFERSON DAVIS HWY, SUITE 320, WASHINGTON, D.C. 20231.

RECORDATION DATE: 07/23/2003

REEL/FRAME: 014323/0908

NUMBER OF PAGES: 4

BRIEF: ASSIGNMENT OF ASSIGNOR'S INTEREST (SEE DOCUMENT FOR DETAILS).

ASSIGNOR:

SONG, JEONG-HWAN

DOC DATE: 07/18/2003

ASSIGNOR:

LEE, KYONG-SHIK

DOC DATE: 07/18/2003

ASSIGNOR:

KWON, OH-DAL

DOC DATE: 07/18/2003

ASSIGNOR:

JUNG, SUN-TAE

DOC DATE: 07/18/2003

ASSIGNOR:

KIM, MYONG-WON

DOC DATE: 07/18/2003

ASSIGNOR:

CHO, JOON-YONG

DOC DATE: 07/18/2003

FEB 18 2004

014323/0908 PAGE 2

ASSIGNOR:

LEE, IN-JAE

DOC DATE: 07/18/2003

ASSIGNOR:

LEE, BANG-WEON

DOC DATE: 07/18/2003

ASSIGNOR:

LEE, SEUNG-WAN

DOC DATE: 07/18/2003

ASSIGNEE:

SAMSUNG ELECTRONICS CO.; LTD.  
416, MAETAN-DONG, PALDAL-GU  
SUWON-CITY, KYUNGKI-DO  
REPUBLIC  
OF KOREA

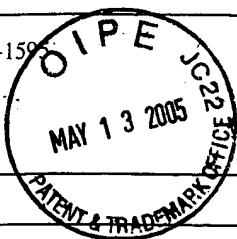
SERIAL NUMBER: 10625161

PATENT NUMBER:

FILING DATE:

ISSUE DATE:

LAZENA MARTIN, EXAMINER  
ASSIGNMENT DIVISION  
OFFICE OF PUBLIC RECORDS



07-31-2003  
102512884  
PATENTS

1 SHEET

Attorney Docket No. 5000-1-414

To the Assistant Commissioner for Patents

1. Name of conveying party(ies): 7-23-03  
Jeong-Hwan SONG; Kyong-Shik LEE; Oh-Dal KWON  
Sun-Tae JUNG; Myong-Won KIM; Joon-Yong CHO;  
In-Jae LEE; Bang-Weon LEE; Seung-Wan LEE

Additional name(s) of conveying party(ies) attached? ☐ Yes ☒ No

3. Nature of conveyance:

☒ Assignment ☐ Merger  
☐ Security Agreement ☐ Change of Name

Other: \_\_\_\_\_

Execution Date: July 18, 2003

2. Name and address of receiving party(ies):

Name: SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

Address: 416. MAETAN-DONG, PALDAL-GU

SUWON-CITY, KYUNGKI-DO

KOREA, REPUBLIC OF KOREA

Additional name(s) & address(es) attached? ☐ Yes ☒ No

4. Application number(s) or patent number(s):

10625161

If this document is being filed together with a new application, the execution date of the application is: July 18, 2003

A. Patent Application No.(s)

B. Patent No.(s)

Additional numbers attached? ☐ Yes ☒ No

5. Name and address of party to whom correspondence concerning document should be mailed:

Name: Steve Cha

Address: CHA & REITER  
411 Hackensack Avenue, 9th Floor  
Hackensack, New Jersey 07601

6. Total number of applications and patents involved: 1

7. Total fee (37 CFR 3.41): \$40.00

☒ Enclosed

☐ Authorized to be charged to deposit account, if necessary  
- for overages or underpayments only

8. Deposit account number: 502-470

(Attach duplicate copy of this page if paying by deposit account)

DO NOT USE THIS SPACE

9. Statement and signature.

*To the best of my knowledge and belief, the foregoing information is true and correct and any attached copy is a true copy of the original document.*

Steve Cha, Reg No.44,069  
Name of Person Signing

[Signature]  
Signature

7/25/03  
Date

Total number of pages including cover sheet, attachments, and document: 4

Mail documents to be recorded with required cover sheet information to:

Assistant Commissioner for Patents  
Box Assignments  
Washington, D.C. 20231

**Assignment of Invention and Patent Application**

NOW, THEREFORE, TO ALL WHOM IT MAY CONCERN, be it known that for and in consideration of TEN (\$10.00) DOLLAR,

- 1) Jeong-Hwan SONG of  
224-16, Pangi-dong, Songpa-gu, Seoul, Republic of Korea
- 2) Kyong-Shik LEE of  
185, Kaepo-dong, Kangnam-gu, Seoul, Republic of Korea
- 3) Oh-Dal KWON of  
#923-902, Byuckjukgol Samsung APT., Youngtong-dong, Paldal-gu, Suwon-shi,  
Kyonggi-do, Republic of Korea
- 4) Sun-Tae JUNG of  
1115, Hoggie-dong, Tongan-gu, Anyang-shi, Kyonggi-do, Republic of Korea
- 5) Myong-Won KIM of  
#117-102, Kolon APT., Yatap-dong, Pundang-gu, Songnam-shi, Kyonggi-do,  
Republic of Korea
- 6) Joon-Yong CHO of  
607, Sipjong-dong, Pupyong-gu, Incheonkwangyok-shi, Republic of Korea
- 7) In-Jae LEE  
#307-1203, Hanil APT., Chongja-dong, Pundang-gu, Songnam-shi, Kyonggi-do,  
Republic of Korea
- 8) Bang-Weon LEE  
97-1, Yangjae-dong, Socho-gu, Seoul, Republic of Korea
- 9) Seung-Wan LEE  
928, Youngtong-dong, Paldal-gu, Suwon-shi, Kyonggi-do, Republic of Korea

(hereinafter Assignor) hereby sells, assigns, transfers, and sets over unto:

**SAMSUNG ELECTRONIC CO., LTD.** of  
**416, MAETAN-DONG, PALDAL-GU, SUWON-CITY, KYUNGKI-DO, KOREA**  
**REPUBLIC OF KOREA**

(hereinafter Assignee) the entire right, title and interest for the United States Of America as defined in 35 U.S.C. § 1.00, in and to the invention entitled as:

**ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING**

invented by Assignor; the application for United States patent therefor, invented by Assignor; any patent or reissues of any patent that may be granted thereon; and any applications which are continuations, continuation-in-part, substitutes, or divisions of said application. Assignor authorizes Assignee to enter the date of signature and/or Serial Number and Filing Date in the above. Assignor also authorizes and requests the Commissioner of Patents and Trademarks to issue any resulting patent(s) to the said Assignee, for its interests as Assignee, its successors, assigns and legal representatives. The undersigned agrees that the attorney of record in said application shall hereafter act on behalf of said Assignee; and Assignor further conveys to Assignee all priority rights resulting from the above-identified application for United States Patent. Assignor agrees to execute all papers, give any required testimony and perform other lawful acts, as deemed essential by Assignee to perfect Assignee's interest in any resulting patent of the United States, and to acquire, hold, enforce, convey, and uphold the validity of said patent and reissues and extensions thereof, and Assignee's interest therein.

SIGNED ON THE DATES(S) INDICATED BESIDE MY/OUR SIGNATURE(S):

Name of Sole or First Inventor: Jcong-Hwan SONG

Jeong Hwan Song  
Signature of inventor

Dated: July 18, 2003

WITNESSED: Jong-Hee KIM

Name of Second Inventor: Kyung-Shik LEE

Kyung Shik Lee  
Signature of inventor

Dated: July 18, 2003

WITNESSED: Jong-Hee KIM

Name of Third Inventor: Oh-Dal KWON

Oh Dal Kwon  
Signature of inventor

Dated: July 18, 2003

WITNESSED: Jong-Hee KIM

Name of Fourth Inventor: Sun-Tae JUNG

Sun Tae Jung  
Signature of inventor

Dated: July 18, 2003

WITNESSED: Jong-Hee KIM

Name of Fifth Inventor: Myong-Won KIM

Myong Won Kim  
Signature of inventor

Dated: July 18, 2003

WITNESSED: Jong-Hee KIM

Name of Sixth Inventor: Joon-Yong CHO

Joon-Yong Cho

Signature of inventor

Dated: July 18, 2003

WITNESSED: Jong-Hee KZM

Name of Seventh Inventor: In-Jae LEE

In Jae Lee

Signature of inventor

Dated: July 18, 2003

WITNESSED: Jong-Hee KZM

Name of Eighth Inventor: Bang-Weon LEE

Bang Weon LEE

Signature of inventor

Dated: July 18, 2003

WITNESSED: Jong-Hee KZM

Name of Ninth Inventor: Scung-Wan LEE

Scung Wan Lee

Signature of inventor

Dated: July 18, 2003

WITNESSED: Jong-Hee KZM

Exhibit B

❖ 직무발명신고

<<특허법 제39조 제40조 규정에 의거 직무와 관련된 본발명에 대해 등록받을 수 있는 권리를 회사에 양도합니다>>

■ 본 직무발명은 통신연구소 지적자산팀(수원/구미)으로 접수됩니다.

■ 발명명칭 Athermal arrayed waveguide grating(AWG) → Title of Invention

■ 과제명 <해당과제가 리스트에 없음>

■ 과제코드 XXXXX

■ 제품명 AW

■ 핵심기술(코드)명칭 )

■ 기술적 내용의 평가

구분

평가내용

발명구분 ☒ 자체발명 산학협동 융역개발 공동개발  
[ 계약서 첨부 ]

계약서관리 파일명

파일설명

[ 소유권, 보상문제 기재 ]

공표사실 공표예정일 - 공표국가 및 단체 - 공표방법

■ 발명자인적사항

No.	사외	이름	소속부서(기관)명 주민번호	대표	지분(%)	영문성명 주 소 (집)
1		송정환	기술개발2그룹(광) 700901-1037821	<input checked="" type="radio"/>	60	SONG JEONG HWAN 서울 송파구 신천동 17-6 미성아파트 8-914
2		권오달	기술개발2그룹(광) 621027-1490313	-	5	KWON OH DAL 경기도 수원시 팔달구 영통동 벽적골 삼성 A 923-902호
3		김명원	기술개발2그룹(광) 721203-1056718	-	5	KIM MYOUNG WON 경기도 성남시 분당구 야탑동 장미마을 코오롱 APT 117동 102호
4		이방원	기술개발2그룹(광) 700618-1482415	-	5	LEE BANG WEON 서울특별시 서초구 양재동 97-1 서울빌라 301호
5		이승완	기술개발2그룹(광) 600325-1057424	-	5	LEE SEUNG WAN 경기도 수원시 팔달구 영통동 신나무실신원아파트 642-1903
6		이인재	기술개발2그룹(광) 660103-1026211	-	5	LEE IN JAE 경기 성남시 분당구 정자동 아이파크 101-2103
7		정선태	기술개발2그룹(광) 650701-1067523	-	5	JUNG SUN TAE 경기도 안양시 동안구 호계동 1115, 샘마을임광A 303-601
8	<input checked="" type="radio"/>	이경식	성균관대학교 550222--145722	+	5	Lee Kyung Shik 서울 강남구 개포동 185 주공APT 603동 1104
9	<input checked="" type="radio"/>	조준용	성균관대학교 730603--114391	+	5	Cho Joon Yong 인천 부평구 십정동 607 33/7 동암신동아APT 105-702

■ 직무발명신고파일

파일명

파일설명

특허(athermal).gul

Athermal AWG

## ■ 발명등급판정

판정주체		판정일자	등급	의견
발명자	송정환	2002/09/18	S급(전략)	당부서에서 개발하고 있는 과제로 새로운 방법으로 athermal 특허.
부서장	이승완	2002/09/25	A급	
	특허부서	2002/10/15	A급	-
	평가위원회	2002/10/16	A급	-

■ 직무발명 진행일자 관리    September 18, 2002    (Reporting Date by the inventors)

발명자상신일	2002/09/18	부서장승인일	2002/09/25	특허부서접수일
--------	------------	--------	------------	---------

■ 직무발명 접수번호    : GW-200209-003-1

직무발명(고안)명세서 (Invention Disclosure)					
● 발명의 명칭 (Title of Invention) ※ 발명(고안)의 내용을 표현할 수 있는 명칭을 간단 명료하게 기재		【사전체크 사항】 ○선출원주의이므로 신속출원이 필요함 ○완성된 발명이어야 함 - 실시예, Data등의 뒷받침이 필요 - 미완성 또는 희망사항 불가 ○출원전에 공표 금지 - 학회, 논문, 판매, 전시 금지			
국 문	온도 무의존성 파장 분할 다중화기				
영 문	Athermal arrayed waveguide grating(AWG)				
● 관련 선행 기술 및 선출원		- 본 발명과 관련이 있는 기술이 이미 출원되어 있거나 현재 진행중인 것을 모두 기재함. - 국내우선권 주장이 목적이며, 최초 출원일로 부터 1년 이내에는 개량출원이 가능함.			
[기술출처] (해당 부분만 선택 기재)	유사 특허 또는 출원	출원/등록번호		출원/등록일자	
		발명의 명칭			
		출원인			
	배경 문헌 또는 제품	문헌명/제품모델명		발표자/제조사	
		발표/제조 년월일		페이지/기타	
	발명(고안)과 관련된 발명자의 선출원	既往 출원 건	발명의 명칭		
출원번호/일자			( 19 . . . )		
진행중인 건		발명의 명칭			
		접수번호/일자	( 19 . . . )		

## 1. 발명의 배경

## 가. 본 발명의 기술분야

본 발명은 파장 분할 다중화기에 관한 것으로서, 특히 온도에 의존하지 않는 파장 분할 다중화기에 관한 것이다.

실리카 재질의 파장 분할 다중화기는 그 온도 특성이 약 0.01nm/℃ 이며 이로 인하여 동일한 온도 유지를 위한 온도 조절기를 필요로 한다.

## 나. 종래기술의 설명

실리카 재질의 파장 분할 다중화기의 온도 의존성으로 인하여 파장분할 다중화기는 특정 온도를 유지하도록 히터 또는 펌터 소자들을 이용하여 패키징을 하게 된다. 이러한 이유로 패키징 가격이 상승하게 되고 히터나 펌터 소자의 구동을 위하여 전력소모를 일으키는 단점이 있다.

## 다. 종래기술 문제점 및 본 발명의 목적

## - 종래기술의 문제점

온도 의존성이 큰 실리카 재질의 파장 분할 다중화기는 온도를 조절하여 그 파장을 ITU 파장에 맞추고, 그 파장을 유지하기 위하여 일정온도를 가해주어야 한다. 이러한 온도조절을 위하여 히터나 펌터 소자를 첨부하여 패키징 하게 되므로 그 가격이 높아지고, 전력소모를 야기하는 단점을 가지고 있다.

### - 본 발명의 목적

본 발명은 히터나 펠티어 소자의 사용없이 외부 온도 변화에도 파장이 변하지 않는 파장 분할 다중화기를 구현하는데 그 목적이 있다.

## 2. 발명(고안)의 구체적 설명

### 가. 발명의 구성

본 발명은 그림 1과 같이 입력단, 첫번째 슬랩 웨이브 가이드, 도파로 격자, 두번째 슬랩 웨이브 가이드, 그리고 출력단으로 구성된다. 그리고 그림2와 같이 첫번째 슬랩 웨이브 가이드는  $dn/dT$ 가 전체 실리콘 도파로와는 다른 물질이 삽입되어 있다.

### 나. 발명의 동작설명

본 발명의 동작 원리는 입력단으로 들어온 광신호가 첫번째 슬랩웨이브 가이드로 퍼져 나올때 그림2와 같이 스넬의 법칙에 따라 온도가 달라 지면 첫번째 슬랩 웨이브 가이드에 삽입되어 있는 부분의  $dn/dT$ 가 나머지 부분들과 틀림으로, 굴절되는 각도가 틀려지게 되어, 입력되는 광신호의 위치가 변하게 되어 출력되는 광신호들은 일정한 파장이 유지 된다.

### 다. 발명의 효과

본 발명은 온도 조절이 필요 없고, 히터나 펠티어 소자등의 첨가되지 않으므로 전력 소모가 없으며, 이로 인하여 패키징 비용을 절감할 수 있다. 그리고 단일 소자로 제작되어 크기가 작은 고 신뢰성의 온도 무의존성 파장 분할 다중화기를 구현할 수 있다.

## 3. 권리 청구의 범위

1. 위의 원리를 이용한 온도 무의존성 파장 분할 다중화기
2. 온도 무의존성 파장 분할 다중화기에 있어서 첫번째 및 두번째 슬랩웨이브 가이드 부분에  $dn/dT$ 가 다른 물질을 첨가하여 굴절을 변화를 발생시켜 온도 무의존성을 구현하는 방법.

## 4. 도면

### 가. 본 발명의 도면

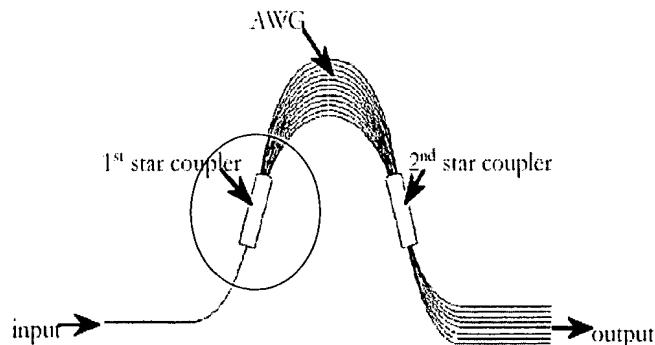


그림 1.

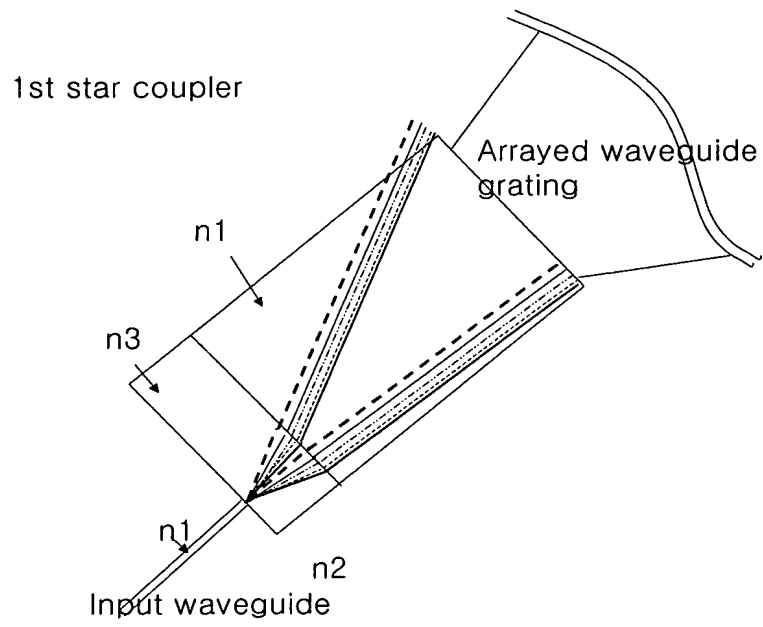
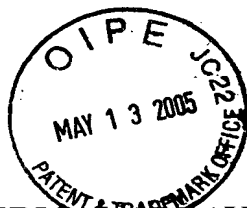


그림 2.



## ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING

### 1. BACKGROUND OF THE INVENTION

#### 5 a) Field of the Invention

The present invention relates to an arrayed waveguide grating (AWG). More particularly, the present invention relates to an athermal AWG. The AWG made from silica material has a temperature characteristic of about  $0.01\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ . For this reason, the AWG requires a temperature controller for adjusting the  
10 temperature of the AWG to a constant level.

#### b) Description of the Related Art & Problems thereof

Due to temperature dependence of an arrayed waveguide grating (AWG) made from silica material, a heater or a Peltier element is used when packaging  
15 the AWG in order to maintain the AWG in a constant temperature. Thus, the packaging cost for the AWG may rise and power consumption may increase due to the operation of the heater or the Peltier element.

#### c) Problems of the Prior Art & Object of the Present Invention

20

##### - Problems of the Prior Art

Since the AWG made from silica material represents great temperature dependence, it is necessary to control the temperature of the AWG in such a manner that a wavelength of the AWG matches with an ITU wavelength. In  
25 addition, heat must be applied to the AWG in order to constantly maintain the wavelength of the AWG. To control the temperature of the AWG, a heater or a Peltier element is added when packaging the AWG, so that the cost of the AWG may rise while increasing power consumption.

##### 30 - Object of the Present Invention

It is an object of the present invention to provide an athermal arrayed waveguide grating (AWG) capable of representing a constant wavelength without using a heater or a Peltier element even if the ambient temperature thereof is changed.

5

## **2. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION**

### **a) Construction of the Present Invention**

As shown in FIG. 1, an athermal arrayed waveguide grating (AWG)  
10 includes an input terminal, a first star coupler, a waveguide grating, a second star coupler, and an output terminal. In addition, as shown in FIG. 2, the first star coupler is filled with material representing predetermined  $dn/dT$  different from that of the silica waveguide.

### **b) Operation of the Present Invention**

According to the present invention, an optical signal inputted into the input terminal is introduced into the first star coupler. At this time, since the material filled in the first star coupler has  $dn/dT$  different from that of other parts of the first star coupler, if the temperature is changed, the optical signal may be  
20 refracted with various reflective angles while passing through the first star coupler according to the Snell's law as shown in FIG. 2. Accordingly, the position of the inputted optical signal is changed so that output signals may have constant wavelengths.

### **c) Effect of the Present Invention**

According to the athermal AWG of the present invention, it is not necessary to control the temperature of the athermal AWG. In addition, since the athermal AWG of the present invention does not use the heater or the Peltier element, power consumption may be lowered and the packaging cost for the  
30 athermal AWG can be reduced. In addition, since the athermal AWG of the

present invention can be fabricated as a single element, a size thereof can be reduced while improving reliability thereof.

### 3. CLAIMS

5

1. An athermal AWG employing a principle descried above.

2. An athermal AWG as claimed in claim 1, wherein first and second star couplers are filled with materials representing predetermined  $dn/dT$  different from that of other parts of the first and second star couplers so that a refractive index of an optical signal is changed when the optical signal passes through the first and second star couplers.

10

### 4. DRAWINGS

15

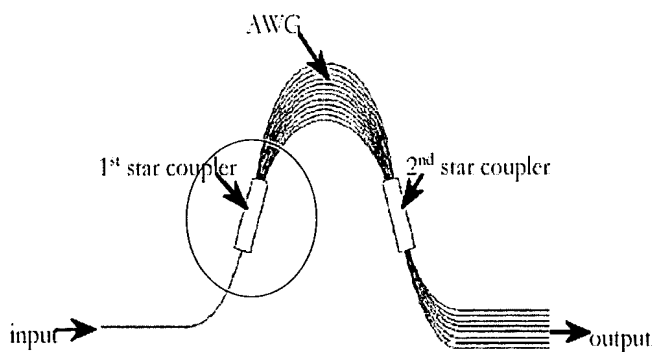
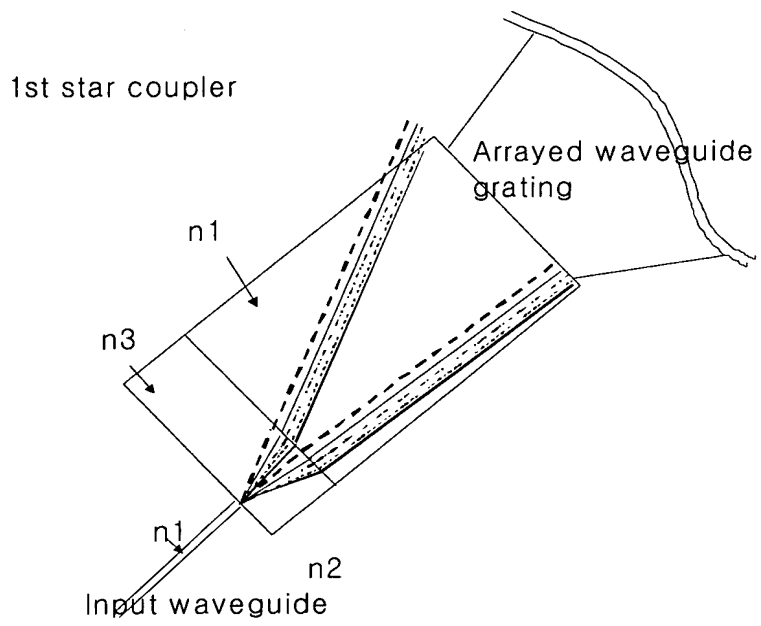


Figure 1

20



5

Figure 2

# CERTIFICATE OF TRANSLATION

As a below named translator, I hereby declare that my residence and citizenship are as stated below next to my name and I hereby certify that I am conversant with both the English and Korean languages and the document enclosed herewith is a true English translation of the Priority Document with respect to the Korean patent application No. **2003-402800** filed on **January 21, 2003**.

**NAME OF THE TRANSLATOR :** Ji-Hoi KIM

**SIGNATURE :** \_\_\_\_\_



**Date :** May 4, 2005

**RESIDENCE :** MIHWA BLDG., 110-2, MYONGRYUN-DONG 4-GA,  
CHONGRO-GU, SEOUL 110-524, KOREA

**CITIZENSHIP :** REPUBLIC OF KOREA

*Translation of Priority Document*

**THE KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE**

This is to certify that annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual property Office of the following application as filed

Application Number : Korean Patent Application No. 2003-4028

Date of Application : January 21, 2003

Applicant(s) : Samsung Electronics Co., Ltd.

March 17, 2003

**COMMISSIONER**

## **[ABSTRACT]**

Disclosed is an athermal arrayed waveguide grating. The arrayed waveguide grating comprises an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior side, a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of light, a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from each other, for connecting the input waveguide with the grating array, a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the grating array to be imaged on an egress surface thereof, and an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated channel.

## **[REPRESENTATIVE FIGURE]**

Figure 2

15

## **[INDEX]**

WAVEGUIDE GRATING, WAVEGUIDE, WAVELENGTH DIVISION  
MULTIPLEXING

## **[TITLE OF THE INVENTION]**

ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING

### **5 [BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]**

FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention; and

FIG. 2 is an enlarged plan view of portions of the input waveguide and the first  
10 slab shown in FIG. 1.

## **[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]**

### **[OBJECT OF THE INVENTION]**

### **[RELATED FILED AND PRIOR ART OF THE INVENTION]**

15

The present invention relates to an athermal arrayed waveguide grating, and more particularly to an arrayed waveguide grating having a means capable of compensating wavelength changes according to temperature.

With a recent burst of growth of various types of data services including  
20 Internet, there has been a demand that transmission capacity should be substantially increased in basic networks. It seems this trend will be maintained in the future. The best economical plan capable of meeting with this demand is to maximize transmission capacity of the optical fibers which have already been in use. For example, an optical communication system is operated in a wavelength division multiplexing (WDM) mode  
25 in which a plurality of channels can be transmitted/received through a single optical fiber as one communication line, instead of additionally installing new optical fibers on a large scale. This optical communication system was commercialized in 1995 for the first time, and thereby available transmission/reception capacity was remarkably increased.

In the case of the foregoing WDM mode, an optical device, such as an arrayed waveguide grating in which an optical waveguide is formed on a flat plate of silica by a combination of fiber optic technology with technology for manufacturing a large scale integrated circuit (LSI), is used as a wavelength division multiplexer/demultiplexer for  
5 allowing multiple wavelengths to be combined and separated. However, the arrayed waveguide grating undergoes a change in refractive index as its temperature changes. As a result, optical signals inputted into the arrayed waveguide grating are subjected to a change in phase. Consequently, each channel outputted from the arrayed waveguide grating is subjected to a wavelength sweep.

10 The arrayed waveguide grating (AWG) includes an input waveguide, a grating array, first and second slabs, and an output waveguide array, and functions as a wavelength division multiplexer/demultiplexer in which optical signals inputted from the outside are not only demultiplexed into a plurality of channels having different wavelengths but also multiplexed into one channel, and then output the  
15 multiplexed/demultiplexed resultant(s). The AWG may further include a temperature controller, thus preventing a wavelength sweep of outputted channel(s) caused by a change in the external temperature.

The temperature controller includes a heater device or a peltier device. Alternatively, an isothermal plate of copper, for instance, may be inserted between the  
20 AWG and a heater or peltier device.

The input waveguide inputs external optical signals into the first slab. The grating array separates the inputted optical signals into different wavelengths of light. The first slab connects the input waveguide with the grating array. The second slab allows the separated wavelengths of light to be imaged on its egress surface. Further,  
25 the output waveguide array allows each wavelength of light, which is imaged on the egress surface of the second slab, to be outputted to the outside in a form of a separated channel.

The AWG or waveguide module including the heater or peltier device as mentioned above is disclosed in the International Patent Application No.

PCT/JP2001/00352 to Hiro Yoshiyuki et al., entitled "Heater Module and Optical Waveguide Module", the teachings of which are hereby incorporated by reference.

The AWG includes the temperature controller, so that the AWG suppresses a change in phase of an optical signal caused by a temperature change and the resultant wavelength sweep of each output channel. That is to say, the temperature controller allows the AWG to maintain constant temperature, so that each output channel can be prevented from being swept in wavelength and the AWG can be guaranteed to obtain stable performance characteristic. However, because the conventional AWG employs the heater or peltier device as the temperature controller, the AWG should be always heated during operation. As a result, there is a problem in that the AWG has an increased power consumption. In addition, there are other problems in that the AWG has an increased volume, a complicated assembly process, an increased manufacturing cost and so forth.

## 15 [SUBSTANTIAL MATTER OF THE INVENTION]

Accordingly, the present invention has been made to solve the above-mentioned problems occurring in the prior art, and an object of the present invention is to provide an athermal arrayed waveguide grating allowing for not only reducing power consumption and volume, but also enhancing the production efficiency.

In order to accomplish the second object, there is provided an athermal arrayed waveguide grating comprising: an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior side; a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of light; a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from each other, for connecting the input waveguide with the grating array; a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the grating array to be imaged on an egress surface thereof; and an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated channel.

## [CONSTRUCTION AND OPERATION OF THE PRESENT INVENTION]

5 Hereinafter, a preferred embodiment of the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings. In the following description of the present invention, a detailed description of known functions and configurations incorporated herein will be omitted when it may make the subject matter of the present invention rather unclear.

10 FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention. Referring to FIG. 1, the AWG comprises an optical layer 120 which is deposited on a substrate 10 of silica and made up of a clad layer and a core layer, an input waveguide 130, a first slab 140, a grating array 150, a second slab 160 and an output waveguide, 170 which are formed on the optical layer by a  
15 semiconductor manufacturing process and the like.

The input waveguide 130 is element for causing optical signals inputted from the outside to be inputted into the first slab 140. Each optical signal has a preset wavelength range.

FIG. 2 is an enlarged view of portions of the input waveguide 130 and the first  
20 slab 140 shown in FIG. 1. Referring to FIG. 2, the first slab 140 connects the input waveguide 140 with the grating array 150. The first slab 140 comprises first and second layers 141 and 142 having different refractive indices  $n_1$  and  $n_2$ , wherein the first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that of the input waveguide 130, and the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide  
25 130.

The input waveguide 130 is made up of a medium having the same refractive index  $n_1$  as that of the second layer 142, and is bounded on one side by the first layer 141. A certain optical signal is incidented into the input waveguide 130 at a predetermined incident angle  $\alpha$ .

The first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that  $n_1$  of the second layer 142 or the input waveguide 130. Therefore, an optical signal incidented from the input waveguide 130 to the first layer 141 at the incident angle  $\alpha$  is refracted at a predetermined refractive angle  $\beta$ . Here, the relationship between the refractive angle  $\beta$  of the optical signal refracted at the first layer 141, the refractive index of the first layer 141, the incident angle  $\alpha$  of the optical signal traveling through the input waveguide 130, and the refractive index of the input waveguide 130 may be given by Equation 1 based on Snell's law, as follows.

Equation 1

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta ,$$

where  $n_1$  is the refractive index of the input waveguide 130,  $\alpha$  is the incident angle of the optical signal traveling through the input waveguide 130,  $n_2$  is refractive index of the first layer 141, and  $\beta$  is the refractive angle of the optical signal refracted in the first layer 141.

The second layer 142 has a refractive index which is different from that of the first layer 141 but is equal to that of the input waveguide 130. Therefore, the optical signal incidented from the first layer 141 to the second layer 142 is refracted at a predetermined refractive angle  $\alpha$  owing to a refractive index difference between the first and second layers 141 and 142. To be more specific, because the input waveguide 130 has the same refractive index as the second layer 142, the optical signal which passes through the first layer 141 and then enters the second layer 142 has the refractive angle  $\alpha$  of the same gradient as that of the incident angle  $\alpha$  of the optical signal which travels through the input waveguide 130.

With a change in temperature, the first layer 141 has a changed refractive index. As a result, the optical signal incidented into the first layer 141 is subjected to refraction at a different refractive angle  $\gamma$  from the original refractive angel  $\beta$ . However, the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130, so that the optical signal incidented into the second layer 142 is refracted at a refractive angle  $\alpha$  which is equal to the incident angle  $\alpha$  of the optical signal incidented into the

input waveguide 130.

Specifically, due to the change in external temperature, the optical signal traveling through the first layer 141 undergoes a change in its refractive angle  $\gamma$ . Therefore, an optical path of the optical signal within the first slab 140 is transformed  
5 depending on such a temperature change. The second layer 142 compensates for a change in wavelength caused by the temperature change by reconverging the optical signal inputted from the first layer 141. The refractive index of the first layer 141 depending on the temperature change is differently changed compared with that of the second layer 142, and thereby the wavelength sweep resulting from the temperature  
10 change of the optical signal is corrected.

The first slab according to the present invention may be constructed, for instance, so that the first layer 141 has a refractive index of 1.415 and a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical signal travels, and the second layer 142 has a refractive index of 1.46.

15 In this case, an initial optical signal, which is inputted into the first slab 140 before the temperature is changed, makes it a condition that the optical signal has an incident angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it is incident into the first layer 141, and a refractive angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it travels through the second layer 142. Further, the optical signal traveling through the first layer 141 has a refractive angle  $\beta$  of  $31.03^\circ$  when the  
20 temperature is not changed, but a refractive angle  $\gamma$  of  $30.5^\circ$  when the temperature is changed. The refractive index of the first layer 141 has a change rate of about 0.025 per  $1^\circ\text{C}$ .

Referring to FIG. 1 again, the grating array 150 comprises a plurality of waveguides each of which is a different length from each other. The optical signals  
25 inputted from the first slab 140 are separated into different wavelengths of light due to a length difference between the waveguides, and then are outputted to the second slab 160.

The second slab 160 receives the different wavelengths of light separated by the grating array 150, and causes the received light to be imaged on its egress surface. The output waveguide array 170 is connected to the output side of the second slab 160

and functions as a passage for outputting each light imaged on the egress surface of the second slab 160 to the outside in a form of a separated channel. The separated channels  $\lambda_1$  to  $\lambda_n$  have different wavelengths from each other.

As can be seen from the above, the AWG according to the present invention is  
5 formed with the first slab by media having different refractive indices from each other, so that it can compensate a wavelength sweep caused by a change in temperature without the conventional heater or peltier device. Therefore, the athermal arrayed waveguide grating according to the present invention makes it possible to eliminate packaging constructure, and thus reducing its volume and manufacturing process.

10

Hereinafter, a preferred embodiment of the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings. In the following description of the present invention, a detailed description of known functions and configurations incorporated herein will be omitted when it may make the subject matter of the present  
15 invention rather unclear.

FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention. Referring to FIG. 1, the AWG comprises an optical layer 120 which is deposited on a substrate 10 of silica and made up of a clad layer and a core layer, an input waveguide 130, a first slab 140, a grating array 150, a second slab  
20 160 and an output waveguide, 170 which are formed on the optical layer by a semiconductor manufacturing process and the like.

The input waveguide 130 is element for causing optical signals inputted from the outside to be inputted into the first slab 140. Each optical signal has a preset wavelength range.

25 FIG. 2 is an enlarged view of portions of the input waveguide 130 and the first slab 140 shown in FIG. 1. Referring to FIG. 2, the first slab 140 connects the input waveguide 140 with the grating array 150. The first slab 140 comprises first and second layers 141 and 142 having different refractive indices  $n_1$  and  $n_2$ , wherein the first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that of the input waveguide 130,

and the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130.

The input waveguide 130 is made up of a medium having the same refractive index  $n_1$  as that of the second layer 142, and is bounded on one side by the first layer 141. A certain optical signal is incidented into the input waveguide 130 at a predetermined incident angle  $\alpha$ .

The first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that  $n_1$  of the second layer 142 or the input waveguide 130. Therefore, an optical signal incidented from the input waveguide 130 to the first layer 141 at the incident angle  $\alpha$  is refracted at a predetermined refractive angle  $\beta$ . Here, the relationship between the refractive angle  $\beta$  of the optical signal refracted at the first layer 141, the refractive index of the first layer 141, the incident angle  $\alpha$  of the optical signal traveling through the input waveguide 130, and the refractive index of the input waveguide 130 may be given by Equation 1 based on Snell's law, as follows.

Equation 1

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta ,$$

where  $n_1$  is the refractive index of the input waveguide 130,  $\alpha$  is the incident angle of the optical signal traveling through the input waveguide 130,  $n_2$  is refractive index of the first layer 141, and  $\beta$  is the refractive angle of the optical signal refracted in the first layer 141.

The second layer 142 has a refractive index which is different from that of the first layer 141 but is equal to that of the input waveguide 130. Therefore, the optical signal incidented from the first layer 141 to the second layer 142 is refracted at a predetermined refractive angle  $\alpha$  owing to a refractive index difference between the first and second layers 141 and 142. To be more specific, because the input waveguide 130 has the same refractive index as the second layer 142, the optical signal which passes through the first layer 141 and then enters the second layer 142 has the refractive angle  $\alpha$  of the same gradient as that of the incident angle  $\alpha$  of the optical signal which travels through the input waveguide 130.

With a change in temperature, the first layer 141 has a changed refractive index. As a result, the optical signal incidented into the first layer 141 is subjected to refraction at a different refractive angle  $\gamma$  from the original refractive angel  $\beta$ . However, the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130, so  
5 that the optical signal incidented into the second layer 142 is refracted at a refractive angle  $\alpha$  which is equal to the incident angle  $\alpha$  of the optical signal incidented into the input waveguide 130.

Specifically, due to the change in external temperature, the optical signal traveling through the first layer 141 undergoes a change in its refractive angle  $\gamma$ .  
10 Therefore, an optical path of the optical signal within the first slab 140 is transformed depending on such a temperature change. The second layer 142 compensates for a change in wavelength caused by the temperature change by reconverging the optical signal inputted from the first layer 141. The refractive index of the first layer 141 depending on the temperature change is differently changed compared with that of the  
15 second layer 142, and thereby the wavelength sweep resulting from the temperature change of the optical signal is corrected.

The first slab according to the present invention may be constructed, for instance, so that the first layer 141 has a refractive index of 1.415 and a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical signal travels, and the second layer 142 has  
20 a refractive index of 1.46.

In this case, an initial optical signal, which is inputted into the first slab 140 before the temperature is changed, makes it a condition that the optical signal has an incident angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it is incidented into the first layer 141, and a refractive angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it travels through the second layer 142. Further, the optical signal  
25 traveling through the first layer 141 has a refractive angle  $\beta$  of  $31.03^\circ$  when the temperature is not changed, but a refractive angle  $\gamma$  of  $30.5^\circ$  when the temperature is changed. The refractive index of the first layer 141 has a change rate of about 0.025 per  $1^\circ\text{C}$ .

Referring to FIG. 1 again, the grating array 150 comprises a plurality of

waveguides each of which is a different length from each other. The optical signals inputted from the first slab 140 are separated into different wavelengths of light due to a length difference between the waveguides, and then are outputted to the second slab 160.

5 The second slab 160 receives the different wavelengths of light separated by the grating array 150, and causes the received light to be imaged on its egress surface. The output waveguide array 170 is connected to the output side of the second slab 160 and functions as a passage for outputting each light imaged on the egress surface of the second slab 160 to the outside in a form of a separated channel. The separated channels  $\lambda_1$  to  $\lambda_n$  have different wavelengths from each other.

10 As can be seen from the above, the AWG according to the present invention is formed with the first slab by media having different refractive indices from each other, so that it can compensate a wavelength sweep caused by a change in temperature without the conventional heater or peltier device. Therefore, the athermal arrayed waveguide grating according to the present invention makes it possible to eliminate  
15 packaging constructure, and thus reducing its volume and manufacturing process.

## WHAT IS CLAIMED IS:

1. An athermal arrayed waveguide grating comprising:  
an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior  
5 side;  
a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of  
light;  
a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from  
each other, for connecting the input waveguide with the grating array;  
10 a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the  
grating array to be imaged on an egress surface thereof; and  
an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on  
the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated  
channel.  
15
2. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 1, wherein the  
first slab comprises:  
a first layer connected to the input waveguide and having a predetermined  
refractive index which is different from that of the input waveguide; and  
20 a second layer interposed between the first layer and the grating array and  
having a refractive index which is equal to that of the input waveguide.
3. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 2, wherein the  
first slab is formed by material having a refractive index of 1.415 for the first layer and  
25 having a refractive index of 1.46 for the second layer.
4. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 2, wherein the  
first layer of the first slab has a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical  
signal travels.

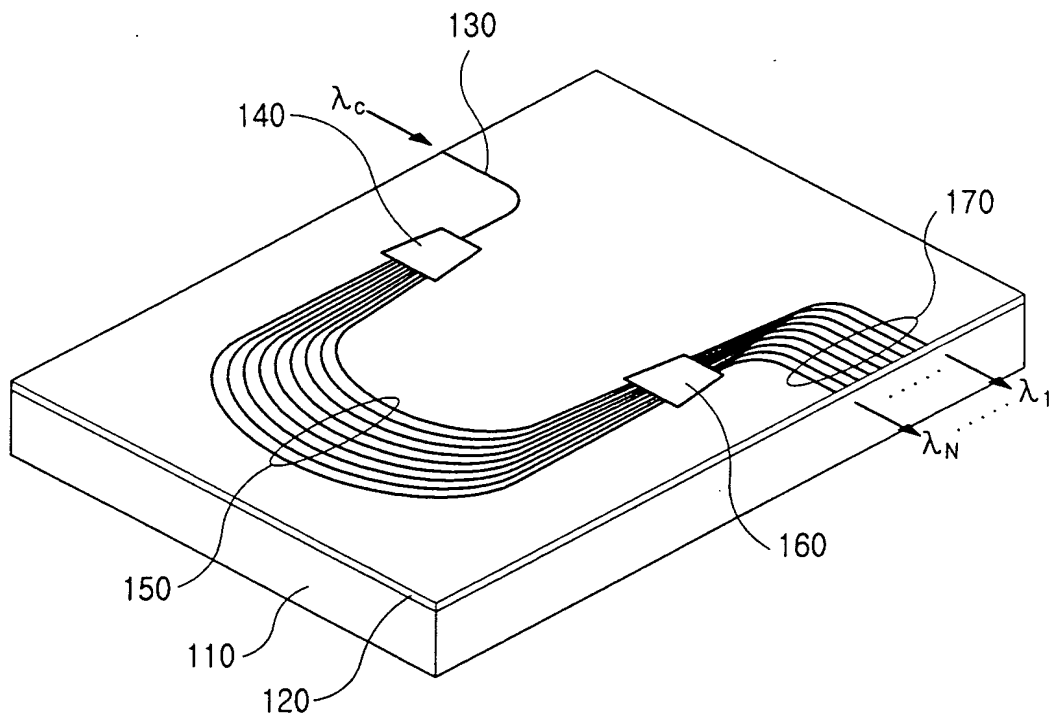


FIG.1

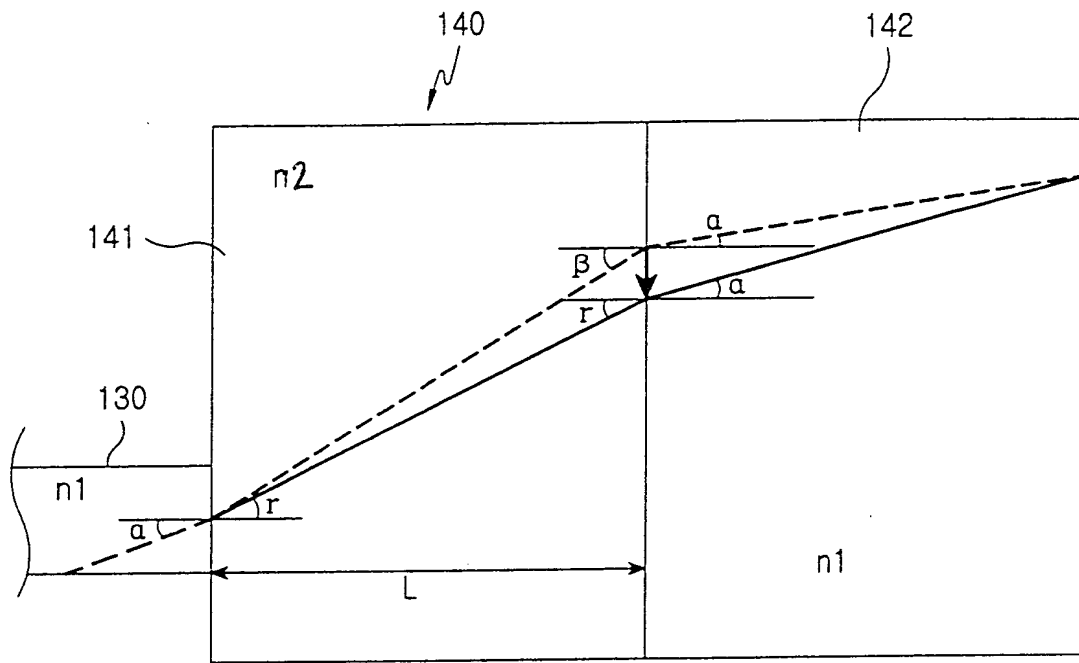


FIG.2

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2003.01.21
【국제특허분류】	G02B
【발명의 국문명칭】	온도 무의존성 광도파로열 격자
【발명의 영문명칭】	ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송정환
【성명의 영문표기】	SONG,Jeong Hwan
【주민등록번호】	700901-1037821
【우편번호】	138-050
【주소】	서울특별시 송파구 방이동 224-16
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	권오달
【성명의 영문표기】	KWON,Oh Dal
【주민등록번호】	621027-1490313
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 벽적골 삼성아파트 923-902호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이방원
【성명의 영문표기】	LEE,Bang Weon
【주민등록번호】	700618-1482415
【우편번호】	137-130
【주소】	서울특별시 서초구 양재동 97-1 서울빌라 301

호

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이승완

【성명의 영문표기】 LEE,Seung Wan

【주민등록번호】 600325-1057424

【우편번호】 442-470

【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 928 동보아파트  
622-903

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 정선태

【성명의 영문표기】 JUNG,Sun Tae

【주민등록번호】 650701-1067523

【우편번호】 431-080

【주소】 경기도 안양시 동안구 호계동 1115, 샘마을임  
광아파트 303-601

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 김명원

【성명의 영문표기】 KIM,Myoung Won

【주민등록번호】 721203-1056718

【우편번호】 463-070

【주소】 경기도 성남시 분당구 야탑동(장미마을) 코오  
롱 APT 117동 102호

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이인재

【성명의 영문표기】 LEE,In Jae

【주민등록번호】 660103-1026211

【우편번호】 463-915

【주소】 경기도 성남시 분당구 정자동(한솔마을) 한일  
아파트 307-1203

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이경식

【성명의 영문표기】 LEE,Kyong Shik

【주민등록번호】 550222-1457221

**【우편번호】** 135-240  
**【주소】** 서울특별시 강남구 개포동 185 주공APT  
603EHD 1104  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 조준용  
**【성명의 영문표기】** CHO,Joon Yong  
**【주민등록번호】** 730603-1143915  
**【우편번호】** 403-130  
**【주소】** 인천광역시 부평구 십정동 607 33/7 동암신동  
아APT 105-702  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제  
60조의 규정에 의한 출원심사 를 청구합니다.  
대리인 이건주 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 13 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 0 면 0 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 4 항 237,000 원  
**【합계】** 266,000 원

## 【요약서】

### 【요약】

본 발명에 따른 광도파로 격자에 있어서, 외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와, 상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와, 상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과, 상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과, 상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함한다.

### 【대표도】

도 2

### 【색인어】

광도파로 격자, 도파로, 파장 분할 다중화

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

온도 무의존성 광도파로열 격자{ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING}

### 【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 적용된 광도파로열 격자를 나타내는 사시도,  
도 2는 도 1에 도시된 제1 슬랩과 입력 도파로 부분을 확대한 평면도.

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 광도파로열 격자에 관한 것으로서, 특히, 온도 변화에 따른 파장 변화를 보상할 수 있는 수단을 구비한 광도파로열 격자에 관한 것이다.

최근 인터넷을 비롯한 각종 데이터 서비스가 급격히 증가함에 따라 기간망의 대폭적인 전송용량 확대가 요구되고 있으며 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 보인다. 이러한 요구를 가장 경제적으로 충족시킬 수 있는 방안은 새로운 광섬유를 대규모로 포설하는 대신 하나의 통신 회선인 단일 광섬유에 다수의 채널을 송수신할 수 있는 파장 분할 다중화(WDM) 방식의 광통신 시스템을 설치함으로써 이미 포설되어 있는 광섬유의 전송용량을 극대화하는 것이다. 이러한 광전송시스템은 1995년 처음 상용화되었으며, 송수신 가능한 용량은 비약적으로 증대되고 있다.

상술한 바와 같은 파장 분할 다중화 방식은 실리카 재질의 평판 위에 광섬유 기술과 대규모 집적 회로(LSI) 제조 기술의 조합에 의하여 광도파로를 형성한 광도파로열 격자 등을 광신호를 다수의 채널로 역다중화시키기 위한 파장 분할 다중화/역다중화기로서 사용한다. 그러나, 상술한 광도파로열 격자는 온도 변화에 의해 그 굴절률이 변화되고, 그로 인해 상기 광도파로열 격자의 내부로 입력된 광신호의 위상이 변화된다. 결과적으로, 상기 광도파로열 격자에서 출력되는 채널들은 그 파장이 이동하게 된다.

상기 광도파로열 격자는 입력 도파로와, 격자와, 제1 및 제2 슬랩과, 출력 도파로열을 포함함으로써, 외부로부터 입력되는 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 채널로 역다중화 또는 다중화시켜서 출력하는 파장 분할 다중화/역다중화기의 역할을 한다. 또한, 상기 광도파로열 격자는 온도 제어 장치를 더 포함함으로써, 외부의 온도 변화로 인한 출력 채널들의 파장 이동을 방지한다.

상기 온도 제어 장치는 히터 또는 펄티어 소자들을 구비하며, 이에 더하여 구리 등의 균열판이 상기 광도파로열 소자와 상기 히터 또는 펄티어 소자의 사이에 삽입될 수 있다.

상기 입력 도파로는 외부로부터의 광신호를 제1 슬랩으로 입력시키며, 상기 격자는 상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할한다. 상기 제1 슬랩은 상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시킨다. 상기 제2 슬랩은 상기 격자에서 분할된 다수의 광을 그 출사면에 결상시킨다. 또한, 상기 출력 도파로열은 상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력한다.

상술한 바와 같은 히터 또는 펠티어 소자를 포함하는 광도파로열 격자 또는 광도파로 모듈에 관한 발명으로는 일본의 히로세요시유키 등에 의해 국제 출원(출원 번호PCT/JP2001/00352)된 "히터 모듈 및 광 도파로 모듈"을 예로 들 수 있다.

상기 광도파로열 격자는 상기 온도 제어 장치를 포함함으로써, 온도 변화에 따른 광신호의 위상 변화 및 그로 인한 각 출력 채널들의 파장 이동을 억제하고 일정하게 유지시킨다. 즉, 상기 온도 제어 장치는 상기 광도파로열 격자의 온도를 일정하게 유지시킴으로써, 출력 채널들의 파장 이동을 방지하고, 상기 광도파로열 격자의 안정적인 동작 특성을 얻을 수 있게 된다. 그러나, 종래의 광도파로열 격자는 히터 또는 펠티어(Peltier)소자를 온도 제어 장치로 사용하며, 동작 중 늘 가열되어야 한다. 즉, 광도파로열 격자의 소비 전력을 증대시키는 문제가 된다. 또한, 광도파로열 격자는 히터 또는 펠티어 소자를 온도 제어 장치로 더 포함함으로써, 그 부피가 커지고, 조립 공정 등이 복잡해지므로, 생산비가 증대되는 문제가 있다.

### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은 광도파로열 격자의 전력 사용량 및 그 부피를 감소시키고, 생산 효율을 향상시킬 수 있는 광도파로열 격자를 제공하는데 그 목적이 있다.

상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 광도파로열 격자는,  
외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와;  
상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와;  
상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과;  
상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과;  
상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

### 【발명의 구성 및 작용】

이하에서는 첨부도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능, 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.

도 1은 본 발명에 적용된 광도파로열 격자를 나타내는 사시도이다. 도 1을 참조하면, 상기 광도파로열 격자는 실리콘 재질의 기판(110) 상에 적층되며, 클래드층과, 코어층과, 클래드층으로 이루어진 광학층(120)으로 구성되며, 상기 코어 층 상에 반도체 공정 등으로 성형된 입력 도파로(130)와, 격자(150)와, 제1 슬랩(140)과, 제2 슬랩(160)과, 출력 도파로열(170)을 포함한다.

상기 입력 도파로(130)는 외부로부터 입력된 광신호를 상기 제1 슬랩(140)으로 입력시키기 위한 소자이다. 상기 광신호는 기설정된 파장 범위를 갖는다.

도 2는 도 1에 도시된 입력 도파로(130)와 제1 슬랩(140) 부분만을 나타낸다. 도 2를 참조하면, 상기 제1 슬랩(140)은 상기 입력 도파로(130)와 상기 격자(150)를 연결시키며, 상이한 굴절률( $n_2$ )의 제1 층(141)과, 상기 입력 도파

로(130)와 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는 제2 층(142)을 포함하여 이루어진다.

상기 입력 도파로(130)는 상기 제2 층(142)과 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는 매질로 이루어지며, 상기 제1 층(141)에 접하고 있다. 상기 입력 도파로(130)에 입력되는 광신호는 기결정된 입사각( $\alpha$ )으로 입력된다.

상기 제1 층(141)은 상기 입력 도파로(130)와 상기 제2 층(141)의 굴절률( $n_1$ )과 다른 굴절률( $n_2$ )을 가지며, 이로 인해 상기 입력 도파로(130)에서 상기 제1 층(141)으로 기결정된 입사각( $\alpha$ )으로 입력된 광신호는 기결정된 굴절각( $\beta$ )으로 굴절되어진다. 이 때, 상기 제1 층(141)에서의 광신호의 굴절각( $\beta$ ), 상기 제1 층(141)의 굴절률( $\beta$ )과, 상기 입력 도파로(130)를 진행하는 광신호의 입사각( $\alpha$ ), 상기 입력 도파로(130)의 굴절률간의 관계는 하기 하는 수학식 1의 스넬의 법칙에 의해 나타낼 수 있다.

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$n_1$ 은 상기 입력 도파로(130)의 굴절률을,  $\alpha$ 는 상기 입력 도파로(130)를 진행하는 광신호의 입사각을 의미하며,  $n_2$ 는 상기 제1 층(141)의 굴절률을,  $\beta$ 는 상기 제1 층(141)에서 굴절된 광신호의 굴절각을 의미한다.

상기 제2 층(142)은 상기 제1 층(141)과는 굴절률이 서로 상이하나, 상기 입력 도파로(130)와는 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는다. 상기 제1 층(141)에서 상기 제2 층(142)으로 입력된 광신호는 상기 제1 층(141)과 상기 제2 층(142)간의 굴절률 차로 인해 기설정된 굴절각( $\alpha$ )으로 굴절되게 된다. 즉, 입력 도파로(130)와 제2 층(142)은 상호 동일한 굴절률( $\alpha$ )을 갖고 있으므로, 상기 제1 층(141)을 통과한 후, 상기 제2 층(142)으로 입력된 광신호는 상기 입력 도파로(130)를 진행할 때의 광신호의 입사각( $\alpha$ )과 동일한 기울기의 굴절각( $\alpha$ )을 갖게 된다.

온도가 변화될 경우, 상기 제1 층(141)은 그 굴절률이 변하게 되며, 이로 인해 상기 제1 층(141)에 입사된 광신호는 기존의 굴절각( $\beta$ )과 다른 굴절각( $\gamma$ )으로 굴절되게 된다. 그러나, 상기 제2 층(142)은 상기 입력 도파로(130)와 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖고 있으므로, 상기 입력 도파로(130)에 입력되는 광신호의 입사각( $\alpha$ )과 동일한 크기의 굴절각( $\alpha$ )으로 굴절된다.

즉, 외부의 온도 변화에 따라서, 상기 제1 층(141)을 진행하는 광신호의 굴절각( $\gamma$ )의 변화로 인해 상기 제1 슬랩(140)을 진행하는 광신호의 광경로가 온도 변화에 따라 변화된다. 상기 제2 층(142)은 상기 제1 층(141)으로부터 입력된 상기 광신호를 다시 수렴시킴으로서, 온도 변화에 따른 파장 변화를 보상하게 된다. 제1 층(141)의 온도 변화에 따른 굴절률 변화 정도와, 상기 제2 층(142)의 굴절률 변화가 서로 상이하며, 이로 인해 광신호의 온도 변화에 따른 파장 이동을 보정하게 된다.

본 발명에 따른 제1 슬랩의 구조에 대한 구체적인 예를 들면, 상기 제1 층(141)의 굴절률 값은 1.415이고, 상기 광신호가 진행하는 방향에 따른 길이가  $21.07 \mu\text{m}$ 이다. 또한, 상기 제2 층(142)은 그 굴절률 값이 1.46 인 경우이다.

이 경우, 온도가 변화하기 전의 초기 광신호가 입력되는 조건으로는, 상기 광신호가 상기 제1 슬랩(140)에 입력되는 입사각( $\alpha$ ) 및 상기 제2 층(142)을 진행하는 굴절각( $\alpha$ )은  $30^\circ$ 의 각을 갖는다. 또한, 상기 제1 층(141)을 진행하는 광신호는 온도가 변화하지 않았을 때 굴절각( $\beta$ )은  $31.03^\circ$ 의 각을 갖는다. 온도가 변화했을 경우에는 상기 제1 층(141)에서의 굴절각( $\gamma$ )은  $30.5^\circ$ 의 각을 갖는다. 상기 제1 층(141)은 그 굴절률이 온도 당 0.025 만큼의 비율로 변

화한다.

도 1을 참조하면, 상기 격자(150)는 서로 다른 길이를 갖는 다수의 광도파로들로 구성되며, 상기 제1 슬랩(140)으로부터 입력된 광신호는 상기 광도파로들의 길이 차로 인해 서로 다른 파장의 광으로 분할한 후, 상기 제2 슬랩(160)으로 출력된다.

상기 제2 슬랩(160)은 상기 격자(150)에서 분할된 다수의 광을 입력받아 그 출사면 상에 결상시킨다. 상기 출력 도파로열(170)은 상기 제2 슬랩(160)의 출력 측에 연결되어져 있으며, 상기 제2 슬랩(160)의 출사면 상에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력시키는 통로가 된다. 상기 각 채널들( $\lambda_1 \sim \lambda_n$ )은 서로 다른 파장을 갖는다.

#### 【발명의 효과】

본 발명은 서로 다른 굴절률을 갖는 매질로 제1 슬랩을 형성함으로써, 종래의 히터나 펄티어 소자가 없이도, 온도 변화에 따른 파장 이동을 보상할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 온도 무의존성 광도파로열 격자는 패키징 구성이 불필요해지며, 이로 인해 부피 및 생산 공정이 감소 또는 단축되는 이점이 있다.

#### 【특허청구범위】

##### 【청구항1】

광도파로열 격자에 있어서,  
외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와;  
상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와;  
상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과;  
상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과;  
상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

##### 【청구항2】

제1 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,  
상기 입력 도파로에 연결되어져 있으며, 상기 입력 도파로와 다른 기결정된 굴절률 값을 갖는 제1 층과;  
상기 제1 층과 상기 격자의 사이에 위치하며, 상기 입력 도파로와 동일한 굴절률 값을 갖는 제2 층을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

##### 【청구항3】

제2 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

상기 제1 층의 굴절률 값은 1.415이고, 상기 제2 층은 그 굴절률 값이 1.46인 재료로 이루어짐을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

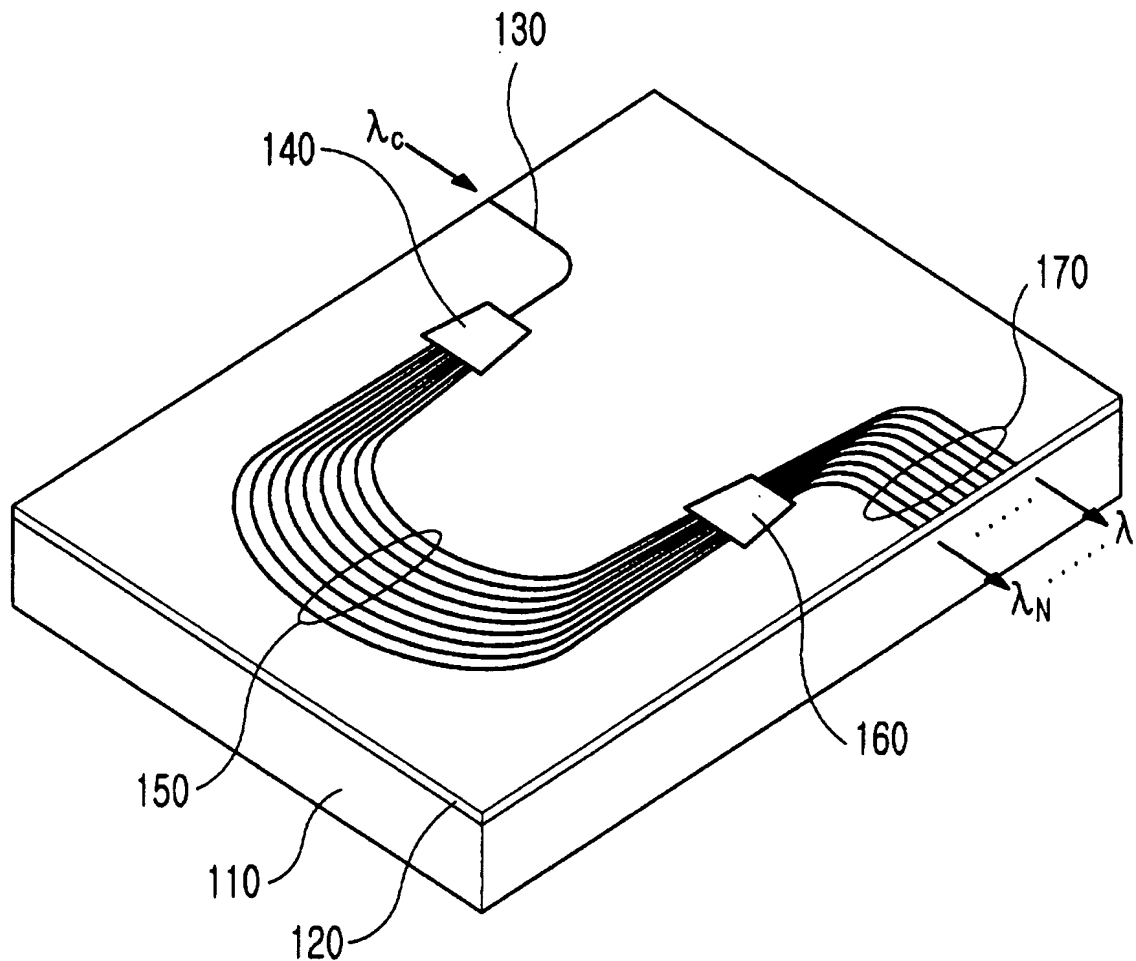
#### 【청구항4】

제2 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

상기 제1 층은 상기 광신호가 진행하는 방향에 따른 길이가  $21.07\mu\text{m}$  임을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

#### 【도면】

【도  
1】



【도  
2】

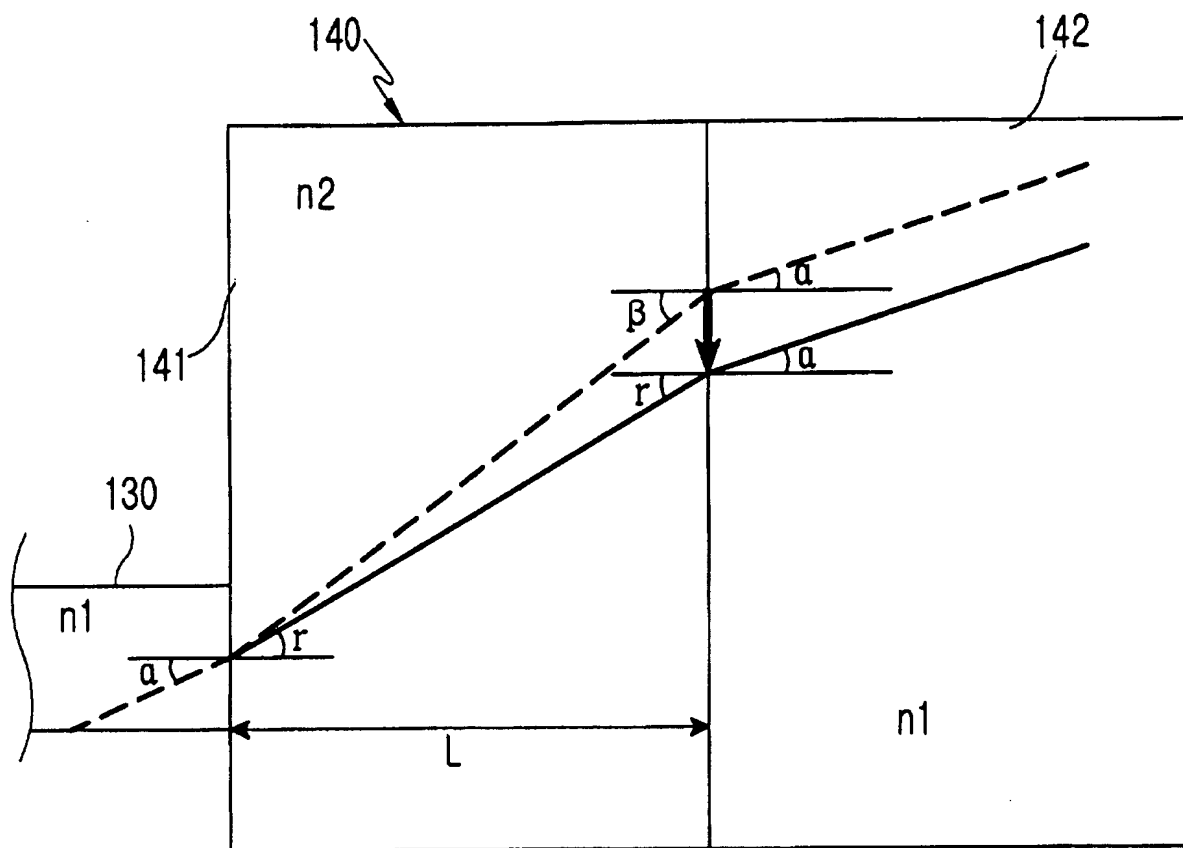


Exhibit C

사건/파일 조회

## Authorization

Date of Dispatch	사건	위임	일자	2002/10/18
	발신일	2002/10/18	수신일	2002/10/18 Date of Receipt

제목	Athermal arrayed waveguide grating(AWG)		
의견	[상신의견] Athermal AWG에 관한 특허임. [위임의견] 국내, 미국출원		

파일명	파일설명
직무발명신고서	-

닫기

사건/파일 조회

Request for reviewing a draft application

사건	초안	일자	2003/01/17
발신일	2003/01/17	수신일	2003/01/17
제목	명세서 초안 Draft Application		
의견	-		

Date of Dispatch

Date of Receipt

파일명	파일설명
GW-200209-003-1.hwp	명세서초안

닫기

## Reviewing Draft Application for Korean Patent Application

TEL:02-744-0305 FAX:02-743-5247

## 【요약서】

### 【요약】

본 발명에 따른 광도파로 격자에 있어서, 외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와, 상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와, 상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과, 상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과, 상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함한다.

### 【대표도】

도 2

### 【색인어】

광도파로 격자, 도파로, 파장 분할 다중화

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

온도 무의존성 광도파로열 격자{ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING}

### 【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 적용된 광도파로열 격자를 나타내는 사시도,

도 2는 도 1에 도시된 제1 슬랩과 입력 도파로 부분을 확대한 평면도.

### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 광도파로열 격자에 관한 것으로서, 특히, 온도 변화에 따른 파장 변화를 보상할 수 있는 수단을 구비한 광도파로열 격자에 관한 것이다.

최근 인터넷을 비롯한 각종 데이터 서비스가 급격히 증가함에 따라 기간 망의 대폭적인 전송용량 확대가 요구되고 있으며 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 보인다. 이러한 요구를 가장 경제적으로 충족시킬 수 있는 방안은 새로운 광섬유를 대규모로 포설하는 대신 하나의 통신 회선인 단일 광섬유에 다수의 채널을 송수신할 수 있는 파장 분할 다중화(WDM) 방식의 광통신 시스템을 설치함으로써 이미 포설되어 있는 광섬유의 전송용량을 극대화하는 것이다. 이러한 광전송시스템은 1995년 처음 상용화되었으며, 송수신 가능한 용량은 비약적으로 증대되고 있다.

상술한 바와 같은 파장 분할 다중화 방식은 실리카 재질의 평판 위에 광섬유

기술과 대규모 집적 회로(LSI) 제조 기술의 조합에 의하여 광도파로를 형성한 광도파로열 격자 등을 광신호를 다수의 채널로 역다중화시키기 위한 파장 분할 다중화/역다중화기로서 사용한다. 그러나, 상술한 광도파로열 격자는 온도 변화에 의해 그 굴절률이 변화되고, 그로 인해 상기 광도파로열 격자의 내부로 입력된 광신호의 위상이 변화된다. 결과적으로, 상기 광도파로열 격자에서 출력되는 채널들은 그 파장이 이동하게 된다.

상기 광도파로열 격자는 입력 도파로와, 격자와, 제1 및 제2 슬랩과, 출력 도파로열을 포함함으로써, 외부로부터 입력되는 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 채널로 역다중화 또는 다중화시켜서 출력하는 파장 분할 다중화/역다중화기의 역할을 한다. 또한, 상기 광도파로열 격자는 온도 제어 장치를 더 포함함으로써, 외부의 온도 변화로 인한 출력 채널들의 파장 이동을 방지한다.

상기 온도 제어 장치는 히터 또는 펠티어 소자들을 구비하며, 이에 더하여 구리 등의 균열판이 상기 광도파로열 소자와 상기 히터 또는 펠티어 소자의 사이에 삽입될 수 있다.

상기 입력 도파로는 외부로부터의 광신호를 제1 슬랩으로 입력시키며, 상기 격자는 상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할한다. 상기 제1 슬랩은 상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시킨다. 상기 제2 슬랩은 상기 격자에서 분할된 다수의 광을 그 출사면에 결상시킨다. 또한, 상기 출력 도파로열은 상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력한다.

상술한 바와 같은 히터 또는 펠티어 소자를 포함하는 광도파로열 격자 또는 광도파로 모듈에 관한 발명으로는 일본의 히로세요시유키 등에 의해 국제 출원(출원 번

호PCT/JP2001/00352)된 "히터 모듈 및 광 도파로 모듈"을 예로 들 수 있다.

상기 광도파로열 격자는 상기 온도 제어 장치를 포함함으로써, 온도 변화에 따른 광신호의 위상 변화 및 그로 인한 각 출력 채널들의 파장 이동을 억제하고 일정하게 유지시킨다. 즉, 상기 온도 제어 장치는 상기 광도파로열 격자의 온도를 일정하게 유지시킴으로써, 출력 채널들의 파장 이동을 방지하고, 상기 광도파로열 격자의 안정적인 동작 특성을 얻을 수 있게 된다. 그러나, 종래의 광도파로열 격자는 히터 또는 펠티어(Peltier)소자를 온도 제어 장치로 사용하며, 동작 중 늘 가열되어야 한다. 즉, 광도파로열 격자의 소비 전력을 증대시키는 문제가 된다. 또한, 광도파로열 격자는 히터 또는 펠티어 소자를 온도 제어 장치로 더 포함함으로써, 그 부피가 커지고, 조립 공정 등이 복잡해지므로, 생산비가 증대되는 문제가 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은 광도파로열 격자의 전력 사용량 및 그 부피를 감소시키고, 생산 효율을 향상시킬 수 있는 광도파로열 격자를 제공하는데 그 목적이 있다.

상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 광도파로열 격자는,

외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와;

상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와;

상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과;

상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과;

상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

## 【발명의 구성】

이하에서는 첨부도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능, 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.

도 1은 본 발명에 적용된 광도파로열 격자를 나타내는 사시도이다. 도 1을 참조하면, 상기 광도파로열 격자는 실리카 재질의 기판(110) 상에 적층되며, 클래드층과, 코어층과, 클래드층으로 이루어진 광학층(120)으로 구성되며, 상기 코어 층 상에 반도체 공정 등으로 성형된 입력 도파로(130)와, 격자(150)와, 제1 슬랩(140)과, 제2 슬랩(160)과, 출력 도파로열(170)을 포함한다.

상기 입력 도파로(130)는 외부로부터 입력된 광신호를 상기 제1 슬랩(140)으로 입력시키기 위한 소자이다. 상기 광신호는 기설정된 파장 범위를 갖는다.

도 2는 도 1에 도시된 입력 도파로(130)와 제1 슬랩(140) 부분만을 나타낸다. 도 2를 참조하면, 상기 제1 슬랩(140)은 상기 입력 도파로(130)와 상기 격자(150)를 연결시키며, 상이한 굴절률( $n_2$ )의 제1 층(141)과, 상기 입력 도파로(130)와 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는 제2 층(142)을 포함하여 이루어진다.

상기 입력 도파로(130)는 상기 제2 층(142)과 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는 매질로 이루어지며, 상기 제1 층(141)에 접하고 있다. 상기 입력 도파로(130)에 입력되는 광신호는 기설정된 입사각( $\alpha$ )으로 입력된다.

상기 제1 층(141)은 상기 입력 도파로(130)와 상기 제2 층(141)의 굴절률( $n_1$ )과 다른 굴절률( $n_2$ )을 가지며, 이로 인해 상기 입력 도파로(130)에서 상기 제1 층(141)으로 기결정된 입사각( $\alpha$ )으로 입력된 광신호는 기결정된 굴절각( $\beta$ )으로 굴절되어진다. 이 때, 상기 제1 층(141)에서의 광신호의 굴절각( $\beta$ ), 상기 제1 층(141)의 굴절률( $\beta$ )과, 상기 입력 도파로(130)를 진행하는 광신호의 입사각( $\alpha$ ), 상기 입력 도파로(130)의 굴절률간의 관계는 하기 하는 수학식 1의 스넬의 법칙에 의해 나타낼 수 있다.

#### 【수학식 1】

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$n_1$ 은 상기 입력 도파로(130)의 굴절률을,  $\alpha$ 는 상기 입력 도파로(130)를 진행하는 광신호의 입사각을 의미하며,  $n_2$ 는 상기 제1 층(141)의 굴절률을,  $\beta$ 는 상기 제1 층(141)에서 굴절된 광신호의 굴절각을 의미한다.

상기 제2 층(142)은 상기 제1 층(141)과는 굴절률이 서로 상이하나, 상기 입력 도파로(130)와는 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는다. 상기 제1 층(141)에서 상기 제2 층(142)으로 입력된 광신호는 상기 제1 층(141)과 상기 제2 층(142)간의 굴절률 차로 인해 기결정된 굴절각( $\alpha$ )으로 굴절되게 된다. 즉, 입력 도파로(130)와 제2 층(142)은 상호 동일한 굴절률( $\alpha$ )을 갖고 있으므로, 상기 제1 층(141)을 통과한 후, 상기 제2 층(142)으로 입력된 광신호는 상기 입력 도파로(130)를 진행할 때의 광신호의 입사각( $\alpha$ )과 동일한 기울기의 굴절각( $\alpha$ )을 갖게 된다.

온도가 변화될 경우, 상기 제1 층(141)은 그 굴절률이 변하게 되며, 이로 인해 상기 제1 층(141)에 입사된 광신호는 기존의 굴절각( $\beta$ )과 다른 굴절각( $\gamma$ )으로 굴절

되게 된다. 그러나, 상기 제2 층(142)은 상기 입력 도파로(130)와 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖고 있으므로, 상기 입력 도파로(130)에 입력되는 광신호의 입사각( $\alpha$ )과 동일한 크기의 굴절각( $\alpha$ )으로 굴절된다.

즉, 외부의 온도 변화에 따라서, 상기 제1 층(141)을 진행하는 광신호의 굴절각( $\gamma$ )의 변화로 인해 상기 제1 슬랩(140)을 진행하는 광신호의 광경로가 온도 변화에 따라 변화된다. 상기 제2 층(142)은 상기 제1 층(141)으로부터 입력된 상기 광신호를 다시 수렴시킴으로서, 온도 변화에 따른 파장 변화를 보상하게 된다. 제1 층(141)의 온도 변화에 따른 굴절률 변화 정도와, 상기 제2 층(142)의 굴절률 변화가 서로 상이하며, 이로 인해 광신호의 온도 변화에 따른 파장 이동을 보정하게 된다.

본 발명에 따른 제1 슬랩의 구조에 대한 구체적인 예를 들면, 상기 제1 층(141)의 굴절률 값은 1.415이고, 상기 광신호가 진행하는 방향에 따른 길이가  $21.07\mu\text{m}$ 이다. 또한, 상기 제2 층(142)은 그 굴절률 값이 1.46 인 경우이다.

이 경우, 온도가 변화하기 전의 초기 광신호가 입력되는 조건으로는, 상기 광신호가 상기 제1 슬랩(140)에 입력되는 입사각( $\alpha$ ) 및 상기 제2 층(142)을 진행하는 굴절각( $\alpha$ )은  $30^\circ$ 의 각을 갖는다. 또한, 상기 제1 층(141)을 진행하는 광신호는 온도가 변화하지 않았을 때 굴절각( $\beta$ )은  $31.03^\circ$ 의 각을 갖는다. 온도가 변화했을 경우에는 상기 제1 층(141)에서의 굴절각( $\gamma$ )은  $30.5^\circ$ 의 각을 갖는다. 상기 제1 층(141)은 그 굴절률이 온도 당  $0.025^\circ\text{C}$  만큼의 비율로 변화한다.

도 1을 참조하면, 상기 격자(150)는 서로 다른 길이를 갖는 다수의 광도파로들로 구성되며, 상기 제1 슬랩(140)으로부터 입력된 광신호는 상기 광도파로들의 길이 차로 인해 서로 다른 파장의 광으로 분할한 후, 상기 제2 슬랩(160)으로 출력된다.

상기 제2 슬랩(160)은 상기 격자(150)에서 분할된 다수의 광을 입력받아 그 출사면 상에 결상시킨다. 상기 출력 도파로열(170)은 상기 제2 슬랩(160)의 출력 측에 연결되어져 있으며, 상기 제2 슬랩(160)의 출사면 상에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력시키는 통로가 된다. 상기 각 채널들( $\lambda_1 \sim \lambda_n$ )은 서로 다른 파장을 갖는다.

#### 【발명의 효과】

본 발명은 서로 다른 굴절률을 갖는 매질로 제1 슬랩을 형성함으로써, 종래의 히터나 펠티어 소자가 없이도, 온도 변화에 따른 파장 이동을 보상할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 온도 무의존성 광도파로열 격자는 패키징 구성이 불필요해지며, 이로 인해 부피 및 생산 공정이 감소 또는 단축되는 이점이 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

광도파로열 격자에 있어서,

외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와;

상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와;

상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과;

상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과;

상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

【청구항 2】

제1 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

상기 입력 도파로에 연결되어져 있으며, 상기 입력 도파로와 다른 기결정된 굴절률 값을 갖는 제1 층과;

상기 제1 층과 상기 격자의 사이에 위치하며, 상기 입력 도파로와 동일한 굴절률 값을 갖는 제2 층을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

【청구항 3】

제2 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

상기 제1 층의 굴절률 값은 1.415이고, 상기 제2 층은 그 굴절률 값이 1.46인

재질로 이루어짐을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

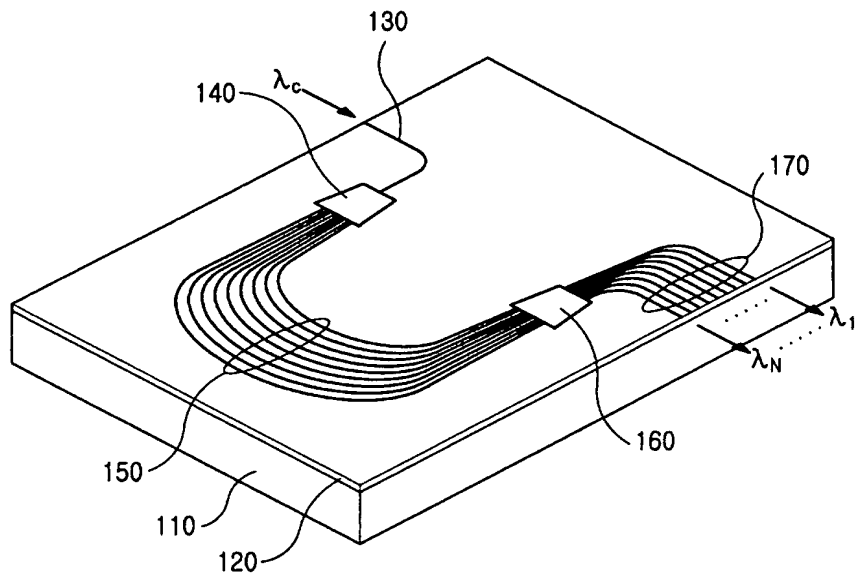
【청구항 4】

제2 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

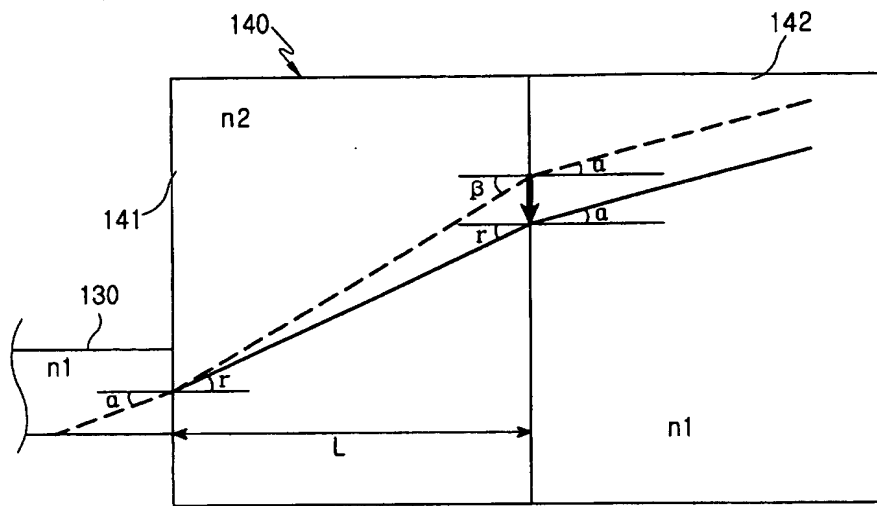
상기 제1 층은 상기 광신호가 진행하는 방향에 따른 길이가  $21.07\mu\text{m}$  임을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

【도면】

【도 1】



【도 2】



## **[ABSTRACT]**

Disclosed is an athermal arrayed waveguide grating. The arrayed waveguide grating comprises an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior side, a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of light, a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from each other, for connecting the input waveguide with the grating array, a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the grating array to be imaged on an egress surface thereof, and an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated channel.

## **[REPRESENTATIVE FIGURE]**

Figure 2

15

## **[INDEX]**

WAVEGUIDE GRATING, WAVEGUIDE, WAVELENGTH DIVISION  
MULTIPLEXING



**[TITLE OF THE INVENTION]**

ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING

**5 [BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]**

FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention; and

FIG. 2 is an enlarged plan view of portions of the input waveguide and the first  
10 slab shown in FIG. 1.

**[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]**

**[OBJECT OF THE INVENTION]**

**[RELATED FILED AND PRIOR ART OF THE INVENTION]**

15

The present invention relates to an athermal arrayed waveguide grating, and more particularly to an arrayed waveguide grating having a means capable of compensating wavelength changes according to temperature.

With a recent burst of growth of various types of data services including  
20 Internet, there has been a demand that transmission capacity should be substantially increased in basic networks. It seems this trend will be maintained in the future. The best economical plan capable of meeting with this demand is to maximize transmission capacity of the optical fibers which have already been in use. For example, an optical communication system is operated in a wavelength division multiplexing (WDM) mode  
25 in which a plurality of channels can be transmitted/received through a single optical fiber as one communication line, instead of additionally installing new optical fibers on a large scale. This optical communication system was commercialized in 1995 for the first time, and thereby available transmission/reception capacity was remarkably increased.

In the case of the foregoing WDM mode, an optical device, such as an arrayed waveguide grating in which an optical waveguide is formed on a flat plate of silica by a combination of fiber optic technology with technology for manufacturing a large scale integrated circuit (LSI), is used as a wavelength division multiplexer/demultiplexer for  
5 allowing multiple wavelengths to be combined and separated. However, the arrayed waveguide grating undergoes a change in refractive index as its temperature changes. As a result, optical signals inputted into the arrayed waveguide grating are subjected to a change in phase. Consequently, each channel outputted from the arrayed waveguide grating is subjected to a wavelength sweep.

10 The arrayed waveguide grating (AWG) includes an input waveguide, a grating array, first and second slabs, and an output waveguide array, and functions as a wavelength division multiplexer/demultiplexer in which optical signals inputted from the outside are not only demultiplexed into a plurality of channels having different wavelengths but also multiplexed into one channel, and then output the  
15 multiplexed/demultiplexed resultant(s). The AWG may further include a temperature controller, thus preventing a wavelength sweep of outputted channel(s) caused by a change in the external temperature.

The temperature controller includes a heater device or a peltier device. Alternatively, an isothermal plate of copper, for instance, may be inserted between the  
20 AWG and a heater or peltier device.

The input waveguide inputs external optical signals into the first slab. The grating array separates the inputted optical signals into different wavelengths of light. The first slab connects the input waveguide with the grating array. The second slab allows the separated wavelengths of light to be imaged on its egress surface. Further,  
25 the output waveguide array allows each wavelength of light, which is imaged on the egress surface of the second slab, to be outputted to the outside in a form of a separated channel.

The AWG or waveguide module including the heater or peltier device as mentioned above is disclosed in the International Patent Application No.

PCT/JP2001/00352 to Hiro Yoshiyuki et al., entitled "Heater Module and Optical Waveguide Module", the teachings of which are hereby incorporated by reference.

The AWG includes the temperature controller, so that the AWG suppresses a change in phase of an optical signal caused by a temperature change and the resultant wavelength sweep of each output channel. That is to say, the temperature controller allows the AWG to maintain constant temperature, so that each output channel can be prevented from being swept in wavelength and the AWG can be guaranteed to obtain stable performance characteristic. However, because the conventional AWG employs the heater or peltier device as the temperature controller, the AWG should be always heated during operation. As a result, there is a problem in that the AWG has an increased power consumption. In addition, there are other problems in that the AWG has an increased volume, a complicated assembly process, an increased manufacturing cost and so forth.

## **[SUBSTANTIAL MATTER OF THE INVENTION]**

Accordingly, the present invention has been made to solve the above-mentioned problems occurring in the prior art, and an object of the present invention is to provide an athermal arrayed waveguide grating allowing for not only reducing power consumption and volume, but also enhancing the production efficiency.

In order to accomplish the second object, there is provided an athermal arrayed waveguide grating comprising: an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior side; a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of light; a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from each other, for connecting the input waveguide with the grating array; a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the grating array to be imaged on an egress surface thereof; and an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated channel.

## [CONSTRUCTION AND OPERATION OF THE PRESENT INVENTION]

5 Hereinafter, a preferred embodiment of the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings. In the following description of the present invention, a detailed description of known functions and configurations incorporated herein will be omitted when it may make the subject matter of the present invention rather unclear.

10 FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention. Referring to FIG. 1, the AWG comprises an optical layer 120 which is deposited on a substrate 10 of silica and made up of a clad layer and a core layer, an input waveguide 130, a first slab 140, a grating array 150, a second slab 160 and an output waveguide, 170 which are formed on the optical layer by a  
15 semiconductor manufacturing process and the like.

The input waveguide 130 is element for causing optical signals inputted from the outside to be inputted into the first slab 140. Each optical signal has a preset wavelength range.

FIG. 2 is an enlarged view of portions of the input waveguide 130 and the first  
20 slab 140 shown in FIG. 1. Referring to FIG. 2, the first slab 140 connects the input waveguide 140 with the grating array 150. The first slab 140 comprises first and second layers 141 and 142 having different refractive indices  $n_1$  and  $n_2$ , wherein the first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that of the input waveguide 130, and the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide  
25 130.

The input waveguide 130 is made up of a medium having the same refractive index  $n_1$  as that of the second layer 142, and is bounded on one side by the first layer 141. A certain optical signal is incidented into the input waveguide 130 at a predetermined incident angle  $\alpha$ .

The first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that  $n_1$  of the second layer 142 or the input waveguide 130. Therefore, an optical signal incidented from the input waveguide 130 to the first layer 141 at the incident angle  $\alpha$  is refracted at a predetermined refractive angle  $\beta$ . Here, the relationship between the refractive angle  $\beta$  of the optical signal refracted at the first layer 141, the refractive index of the first layer 141, the incident angle  $\alpha$  of the optical signal traveling through the input waveguide 130, and the refractive index of the input waveguide 130 may be given by Equation 1 based on Snell's law, as follows.

Equation 1

10 
$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta ,$$

where  $n_1$  is the refractive index of the input waveguide 130,  $\alpha$  is the incident angle of the optical signal traveling through the input waveguide 130,  $n_2$  is refractive index of the first layer 141, and  $\beta$  is the refractive angle of the optical signal refracted in the first layer 141.

15 The second layer 142 has a refractive index which is different from that of the first layer 141 but is equal to that of the input waveguide 130. Therefore, the optical signal incidented from the first layer 141 to the second layer 142 is refracted at a predetermined refractive angle  $\alpha$  owing to a refractive index difference between the first and second layers 141 and 142. To be more specific, because the input waveguide 130  
20 has the same refractive index as the second layer 142, the optical signal which passes through the first layer 141 and then enters the second layer 142 has the refractive angle  $\alpha$  of the same gradient as that of the incident angle  $\alpha$  of the optical signal which travels through the input waveguide 130.

With a change in temperature, the first layer 141 has a changed refractive index.  
25 As a result, the optical signal incidented into the first layer 141 is subjected to refraction at a different refractive angle  $\gamma$  from the original refractive angel  $\beta$ . However, the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130, so that the optical signal incidented into the second layer 142 is refracted at a refractive angle  $\alpha$  which is equal to the incident angle  $\alpha$  of the optical signal incidented into the

input waveguide 130.

Specifically, due to the change in external temperature, the optical signal traveling through the first layer 141 undergoes a change in its refractive angle  $\gamma$ . Therefore, an optical path of the optical signal within the first slab 140 is transformed  
5 depending on such a temperature change. The second layer 142 compensates for a change in wavelength caused by the temperature change by reconverging the optical signal inputted from the first layer 141. The refractive index of the first layer 141 depending on the temperature change is differently changed compared with that of the second layer 142, and thereby the wavelength sweep resulting from the temperature  
10 change of the optical signal is corrected.

The first slab according to the present invention may be constructed, for instance, so that the first layer 141 has a refractive index of 1.415 and a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical signal travels, and the second layer 142 has a refractive index of 1.46.

15 In this case, an initial optical signal, which is inputted into the first slab 140 before the temperature is changed, makes it a condition that the optical signal has an incident angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it is incidented into the first layer 141, and a refractive angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it travels through the second layer 142. Further, the optical signal traveling through the first layer 141 has a refractive angle  $\beta$  of  $31.03^\circ$  when the  
20 temperature is not changed, but a refractive angle  $\gamma$  of  $30.5^\circ$  when the temperature is changed. The refractive index of the first layer 141 has a change rate of about 0.025 per  $1^\circ\text{C}$ .

Referring to FIG. 1 again, the grating array 150 comprises a plurality of waveguides each of which is a different length from each other. The optical signals  
25 inputted from the first slab 140 are separated into different wavelengths of light due to a length difference between the waveguides, and then are outputted to the second slab 160.

The second slab 160 receives the different wavelengths of light separated by the grating array 150, and causes the received light to be imaged on its egress surface. The output waveguide array 170 is connected to the output side of the second slab 160

and functions as a passage for outputting each light imaged on the egress surface of the second slab 160 to the outside in a form of a separated channel. The separated channels  $\lambda_1$  to  $\lambda_n$  have different wavelengths from each other.

As can be seen from the above, the AWG according to the present invention is  
5 formed with the first slab by media having different refractive indices from each other, so that it can compensate a wavelength sweep caused by a change in temperature without the conventional heater or peltier device. Therefore, the athermal arrayed waveguide grating according to the present invention makes it possible to eliminate packaging constructure, and thus reducing its volume and manufacturing process.

10

Hereinafter, a preferred embodiment of the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings. In the following description of the present invention, a detailed description of known functions and configurations incorporated herein will be omitted when it may make the subject matter of the present  
15 invention rather unclear.

FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention. Referring to FIG. 1, the AWG comprises an optical layer 120 which is deposited on a substrate 10 of silica and made up of a clad layer and a core layer, an input waveguide 130, a first slab 140, a grating array 150, a second slab  
20 160 and an output waveguide, 170 which are formed on the optical layer by a semiconductor manufacturing process and the like.

The input waveguide 130 is element for causing optical signals inputted from the outside to be inputted into the first slab 140. Each optical signal has a preset wavelength range.

25 FIG. 2 is an enlarged view of portions of the input waveguide 130 and the first slab 140 shown in FIG. 1. Referring to FIG. 2, the first slab 140 connects the input waveguide 140 with the grating array 150. The first slab 140 comprises first and second layers 141 and 142 having different refractive indices  $n_1$  and  $n_2$ , wherein the first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that of the input waveguide 130,

and the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130.

The input waveguide 130 is made up of a medium having the same refractive index  $n_1$  as that of the second layer 142, and is bounded on one side by the first layer 141. A certain optical signal is incidented into the input waveguide 130 at a predetermined incident angle  $\alpha$ .

The first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that  $n_1$  of the second layer 142 or the input waveguide 130. Therefore, an optical signal incidented from the input waveguide 130 to the first layer 141 at the incident angle  $\alpha$  is refracted at a predetermined refractive angle  $\beta$ . Here, the relationship between the refractive angle  $\beta$  of the optical signal refracted at the first layer 141, the refractive index of the first layer 141, the incident angle  $\alpha$  of the optical signal traveling through the input waveguide 130, and the refractive index of the input waveguide 130 may be given by Equation 1 based on Snell's law, as follows.

Equation 1

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta ,$$

where  $n_1$  is the refractive index of the input waveguide 130,  $\alpha$  is the incident angle of the optical signal traveling through the input waveguide 130,  $n_2$  is refractive index of the first layer 141, and  $\beta$  is the refractive angle of the optical signal refracted in the first layer 141.

The second layer 142 has a refractive index which is different from that of the first layer 141 but is equal to that of the input waveguide 130. Therefore, the optical signal incidented from the first layer 141 to the second layer 142 is refracted at a predetermined refractive angle  $\alpha$  owing to a refractive index difference between the first and second layers 141 and 142. To be more specific, because the input waveguide 130 has the same refractive index as the second layer 142, the optical signal which passes through the first layer 141 and then enters the second layer 142 has the refractive angle  $\alpha$  of the same gradient as that of the incident angle  $\alpha$  of the optical signal which travels through the input waveguide 130.

With a change in temperature, the first layer 141 has a changed refractive index. As a result, the optical signal incidented into the first layer 141 is subjected to refraction at a different refractive angle  $\gamma$  from the original refractive angel  $\beta$ . However, the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130, so  
5 that the optical signal incidented into the second layer 142 is refracted at a refractive angle  $\alpha$  which is equal to the incident angle  $\alpha$  of the optical signal incidented into the input waveguide 130.

Specifically, due to the change in external temperature, the optical signal traveling through the first layer 141 undergoes a change in its refractive angle  $\gamma$ .  
10 Therefore, an optical path of the optical signal within the first slab 140 is transformed depending on such a temperature change. The second layer 142 compensates for a change in wavelength caused by the temperature change by reconverging the optical signal inputted from the first layer 141. The refractive index of the first layer 141 depending on the temperature change is differently changed compared with that of the  
15 second layer 142, and thereby the wavelength sweep resulting from the temperature change of the optical signal is corrected.

The first slab according to the present invention may be constructed, for instance, so that the first layer 141 has a refractive index of 1.415 and a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical signal travels, and the second layer 142 has  
20 a refractive index of 1.46.

In this case, an initial optical signal, which is inputted into the first slab 140 before the temperature is changed, makes it a condition that the optical signal has an incident angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it is incidented into the first layer 141, and a refractive angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it travels through the second layer 142. Further, the optical signal  
25 traveling through the first layer 141 has a refractive angle  $\beta$  of  $31.03^\circ$  when the temperature is not changed, but a refractive angle  $\gamma$  of  $30.5^\circ$  when the temperature is changed. The refractive index of the first layer 141 has a change rate of about 0.025 per  $1^\circ\text{C}$ .

Referring to FIG. 1 again, the grating array 150 comprises a plurality of

waveguides each of which is a different length from each other. The optical signals inputted from the first slab 140 are separated into different wavelengths of light due to a length difference between the waveguides, and then are outputted to the second slab 160.

5 The second slab 160 receives the different wavelengths of light separated by the grating array 150, and causes the received light to be imaged on its egress surface. The output waveguide array 170 is connected to the output side of the second slab 160 and functions as a passage for outputting each light imaged on the egress surface of the second slab 160 to the outside in a form of a separated channel. The separated channels  $\lambda_1$  to  $\lambda_n$  have different wavelengths from each other.

10 As can be seen from the above, the AWG according to the present invention is formed with the first slab by media having different refractive indices from each other, so that it can compensate a wavelength sweep caused by a change in temperature without the conventional heater or peltier device. Therefore, the athermal arrayed waveguide grating according to the present invention makes it possible to eliminate  
15 packaging constructure, and thus reducing its volume and manufacturing process.

## WHAT IS CLAIMED IS:

1. An athermal arrayed waveguide grating comprising:  
an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior  
5 side;  
a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of  
light;  
a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from  
each other, for connecting the input waveguide with the grating array;  
10 a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the  
grating array to be imaged on an egress surface thereof; and  
an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on  
the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated  
channel.  
15
2. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 1, wherein the  
first slab comprises:  
a first layer connected to the input waveguide and having a predetermined  
refractive index which is different from that of the input waveguide; and  
20 a second layer interposed between the first layer and the grating array and  
having a refractive index which is equal to that of the input waveguide.
3. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 2, wherein the  
first slab is formed by material having a refractive index of 1.415 for the first layer and  
25 having a refractive index of 1.46 for the second layer.
4. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 2, wherein the  
first layer of the first slab has a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical  
signal travels.

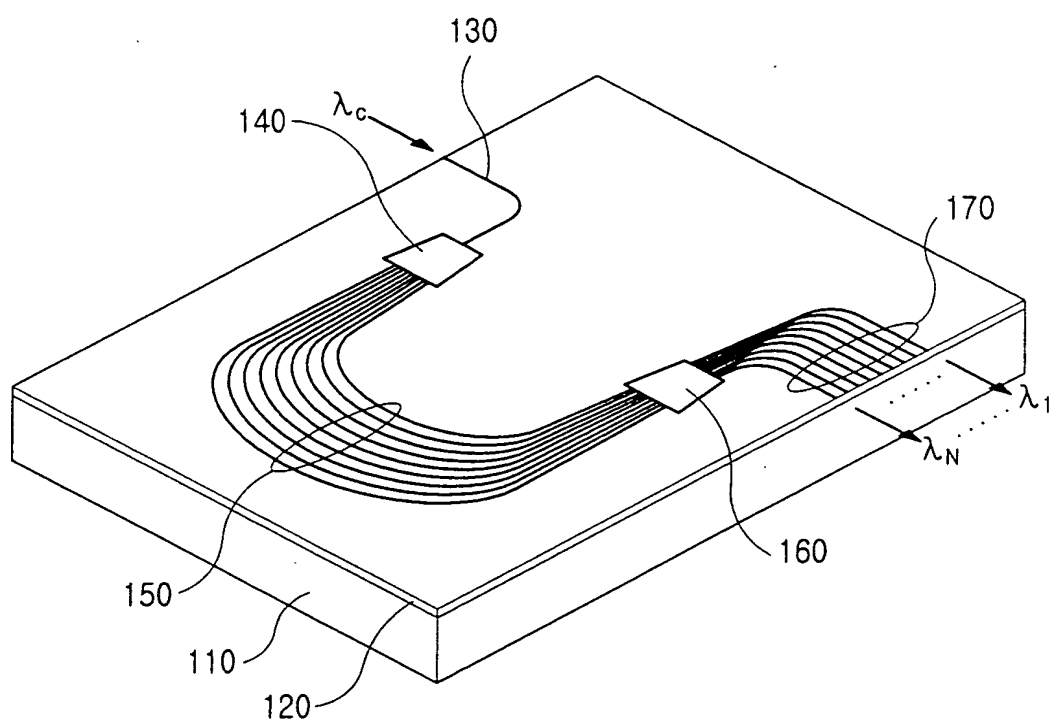


FIG.1

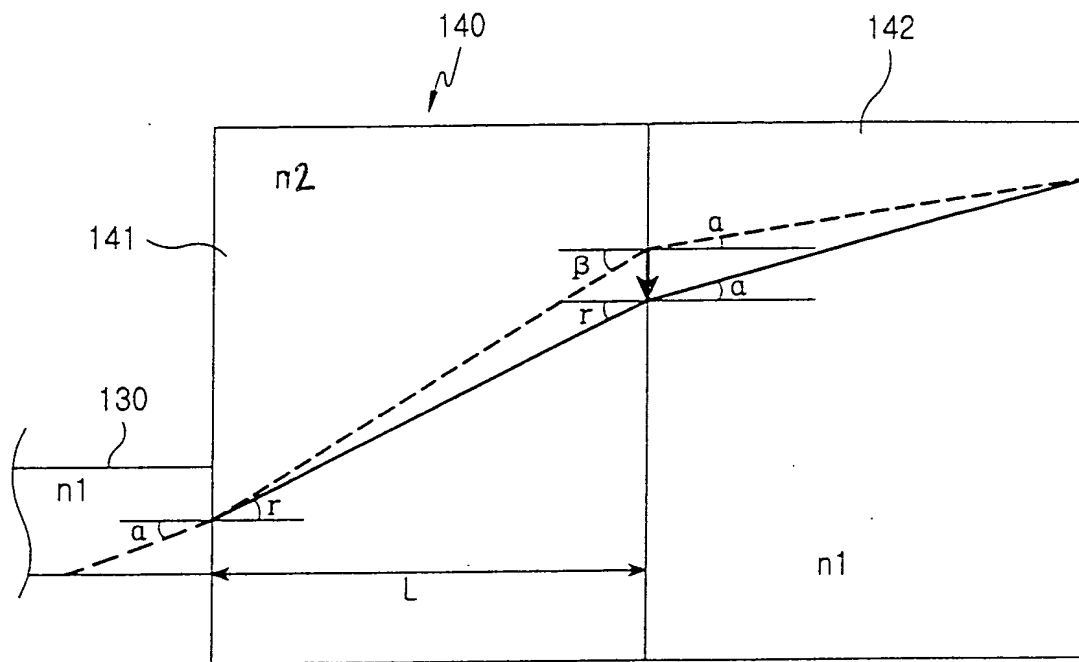


FIG.2

Exhibit D

사건/파일 조회

Reply for filing a new application

Date of Dispatch

사건	초안검토통보	일자	2003/01/20
발신일	2003/01/20	수신일	2003/01/20
제목	초안검토통보		
의견	수정사항 수정후 출원바랍니다. Please file a new application after revising as attached		

Date of Receipt

파일명	파일설명
GW - 200209 - 003 - 1.gul	-

닫기

## 【요약서】

### 【요약】

본 발명에 따른 광도파로 격자에 있어서, 외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와, 상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와, 상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과, 상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과, 상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함한다.

### 【대표도】

도 2

### 【색인어】

광도파로 격자, 도파로, 파장 분할 다중화

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

온도 무의존성 광도파로열 격자{ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING}

### 【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 적용된 광도파로열 격자를 나타내는 사시도,

도 2는 도 1에 도시된 제1 슬랩과 입력 도파로 부분을 확대한 평면도.

### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 광도파로열 격자에 관한 것으로서, 특히, 온도 변화에 따른 파장 변화를 보상할 수 있는 수단을 구비한 광도파로열 격자에 관한 것이다.

최근 인터넷을 비롯한 각종 데이터 서비스가 급격히 증가함에 따라 기간 망의 대폭적인 전송용량 확대가 요구되고 있으며 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 보인다. 이러한 요구를 가장 경제적으로 충족시킬 수 있는 방안은 새로운 광섬유를 대규모로 포설하는 대신 하나의 통신 회선인 단일 광섬유에 다수의 채널을 송수신할 수 있는 파장 분할 다중화(WDM) 방식의 광통신 시스템을 설치함으로써 이미 포설되어 있는 광섬유의 전송용량을 극대화하는 것이다. 이러한 광전송시스템은 1995년 처음 상용화되었으며, 송수신 가능한 용량은 비약적으로 증대되고 있다.

상술한 바와 같은 파장 분할 다중화 방식은 실리카 재질의 평판 위에 광섬유

기술과 대규모 집적 회로(LSI) 제조 기술의 조합에 의하여 광도파로를 형성한 광도파로열 격자 등을 광신호를 다수의 채널로 역다중화시키기 위한 파장 분할 다중화/역다중화기로서 사용한다. 그러나, 상술한 광도파로열 격자는 온도 변화에 의해 그 굴절률이 변화되고, 그로 인해 상기 광도파로열 격자의 내부로 입력된 광신호의 위상이 변화된다. 결과적으로, 상기 광도파로열 격자에서 출력되는 채널들은 그 파장이 이동하게 된다.

상기 광도파로열 격자는 입력 도파로와, 격자와, 제1 및 제2 슬랩과, 출력 도파로열을 포함함으로써, 외부로부터 입력되는 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 채널로 역다중화 또는 다중화시켜서 출력하는 파장 분할 다중화/역다중화기의 역할을 한다. 또한, 상기 광도파로열 격자는 온도 제어 장치를 더 포함함으로써, 외부의 온도 변화로 인한 출력 채널들의 파장 이동을 방지한다.

상기 온도 제어 장치는 히터 또는 펠티어 소자들을 구비하며, 이에 더하여 구리 등의 균열판이 상기 광도파로열 소자와 상기 히터 또는 펠티어 소자의 사이에 삽입될 수 있다.

상기 입력 도파로는 외부로부터의 광신호를 제1 슬랩으로 입력시키며, 상기 격자는 상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할한다. 상기 제1 슬랩은 상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시킨다. 상기 제2 슬랩은 상기 격자에서 분할된 다수의 광을 그 출사면에 결상시킨다. 또한, 상기 출력 도파로열은 상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력한다.

상술한 바와 같은 히터 또는 펠티어 소자를 포함하는 광도파로열 격자 또는 광도파로 모듈에 관한 발명으로는 일본의 히로세요시유키 등에 의해 국제 출원(출원 번

호PCT/JP2001/00352)된 "히터 모듈 및 광 도파로 모듈"을 예로 들 수 있다.

상기 광도파로열 격자는 상기 온도 제어 장치를 포함함으로써, 온도 변화에 따른 광신호의 위상 변화 및 그로 인한 각 출력 채널들의 파장 이동을 억제하고 일정하게 유지시킨다. 즉, 상기 온도 제어 장치는 상기 광도파로열 격자의 온도를 일정하게 유지시킴으로써, 출력 채널들의 파장 이동을 방지하고, 상기 광도파로열 격자의 안정적인 동작 특성을 얻을 수 있게 된다. 그러나, 종래의 광도파로열 격자는 히터 또는 펠티어(Peltier)소자를 온도 제어 장치로 사용하며, 동작 중 늘 가열되어야 한다. 즉, 광도파로열 격자의 소비 전력을 증대시키는 문제가 된다. 또한, 광도파로열 격자는 히터 또는 펠티어 소자를 온도 제어 장치로 더 포함함으로써, 그 부피가 커지고, 조립 공정 등이 복잡해지므로, 생산비가 증대되는 문제가 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은 광도파로열 격자의 전력 사용량 및 그 부피를 감소시키고, 생산 효율을 향상시킬 수 있는 광도파로열 격자를 제공하는데 그 목적이 있다.

상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 광도파로열 격자는,

외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와;

상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와;

상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과;

상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과;

상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

### 【발명의 구성】

이하에서는 첨부도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능, 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.

도 1은 본 발명에 적용된 광도파로열 격자를 나타내는 사시도이다. 도 1을 참조하면, 상기 광도파로열 격자는 실리카 재질의 기판(110) 상에 적층되며, 클래드층과, 코어층과, 클래드층으로 이루어진 광학층(120)으로 구성되며, 상기 코어 층 상에 반도체 공정 등으로 성형된 입력 도파로(130)와, 격자(150)와, 제1 슬랩(140)과, 제2 슬랩(160)과, 출력 도파로열(170)을 포함한다.

상기 입력 도파로(130)는 외부로부터 입력된 광신호를 상기 제1 슬랩(140)으로 입력시키기 위한 소자이다. 상기 광신호는 기설정된 파장 범위를 갖는다.

도 2는 도 1에 도시된 입력 도파로(130)와 제1 슬랩(140) 부분만을 나타낸다. 도 2를 참조하면, 상기 제1 슬랩(140)은 상기 입력 도파로(130)와 상기 격자(150)를 연결시키며, 상이한 굴절률( $n_2$ )의 제1 층(141)과, 상기 입력 도파로(130)와 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는 제2 층(142)을 포함하여 이루어진다.

상기 입력 도파로(130)는 상기 제2 층(142)과 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는 매질로 이루어지며, 상기 제1 층(141)에 접하고 있다. 상기 입력 도파로(130)에 입력되는 광신호는 기설정된 입사각( $\alpha$ )으로 입력된다.

상기 제1 층(141)은 상기 입력 도파로(130)와 상기 제2 층(141)의 굴절률( $n_1$ )과 다른 굴절률( $n_2$ )을 가지며, 이로 인해 상기 입력 도파로(130)에서 상기 제1 층(141)으로 기결정된 입사각( $\alpha$ )으로 입력된 광신호는 기결정된 굴절각( $\beta$ )으로 굴절되어진다. 이 때, 상기 제1 층(141)에서의 광신호의 굴절각( $\beta$ ), 상기 제1 층(141)의 굴절률( $\beta$ )과, 상기 입력 도파로(130)를 진행하는 광신호의 입사각( $\alpha$ ), 상기 입력 도파로(130)의 굴절률간의 관계는 하기 하는 수학식 1의 스넬의 법칙에 의해 나타낼 수 있다.

#### 【수학식 1】

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$n_1$ 은 상기 입력 도파로(130)의 굴절률을,  $\alpha$ 는 상기 입력 도파로(130)를 진행하는 광신호의 입사각을 의미하며,  $n_2$ 는 상기 제1 층(141)의 굴절률을,  $\beta$ 는 상기 제1 층(141)에서 굴절된 광신호의 굴절각을 의미한다.

상기 제2 층(142)은 상기 제1 층(141)과는 굴절률이 서로 상이하나, 상기 입력 도파로(130)와는 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는다. 상기 제1 층(141)에서 상기 제2 층(142)으로 입력된 광신호는 상기 제1 층(141)과 상기 제2 층(142)간의 굴절률 차로 인해 기설정된 굴절각( $\alpha$ )으로 굴절되게 된다. 즉, 입력 도파로(130)와 제2 층(142)은 상호 동일한 굴절률( $\alpha$ )을 갖고 있으므로, 상기 제1 층(141)을 통과한 후, 상기 제2 층(142)으로 입력된 광신호는 상기 입력 도파로(130)를 진행할 때의 광신호의 입사각( $\alpha$ )과 동일한 기울기의 굴절각( $\alpha$ )을 갖게 된다.

온도가 변화될 경우, 상기 제1 층(141)은 그 굴절률이 변하게 되며, 이로 인해 상기 제1 층(141)에 입사된 광신호는 기존의 굴절각( $\beta$ )과 다른 굴절각( $\gamma$ )으로 굴절

되게 된다. 그러나, 상기 제2 층(142)은 상기 입력 도파로(130)와 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖고 있으므로, 상기 입력 도파로(130)에 입력되는 광신호의 입사각( $\alpha$ )과 동일한 크기의 굴절각( $\alpha$ )으로 굴절된다.

즉, 외부의 온도 변화에 따라서, 상기 제1 층(141)을 진행하는 광신호의 굴절각( $\gamma$ )의 변화로 인해 상기 제1 슬랩(140)을 진행하는 광신호의 광경로가 온도 변화에 따라 변화된다. 상기 제2 층(142)은 상기 제1 층(141)으로부터 입력된 상기 광신호를 다시 수렴시킴으로서, 온도 변화에 따른 파장 변화를 보상하게 된다. 제1 층(141)의 온도 변화에 따른 굴절률 변화 정도와, 상기 제2 층(142)의 굴절률 변화가 서로 상이하며, 이로 인해 광신호의 온도 변화에 따른 파장 이동을 보정하게 된다.

본 발명에 따른 제1 슬랩의 구조에 대한 구체적인 예를 들면, 상기 제1 층(141)의 굴절률 값은 1.415이고, 상기 광신호가 진행하는 방향에 따른 길이가  $21.07\mu\text{m}$ 이다. 또한, 상기 제2 층(142)은 그 굴절률 값이 1.46 인 경우이다.

이 경우, 온도가 변화하기 전의 초기 광신호가 입력되는 조건으로는, 상기 광신호가 상기 제1 슬랩(140)에 입력되는 입사각( $\alpha$ ) 및 상기 제2 층(142)을 진행하는 굴절각( $\alpha$ )은  $30^\circ$ 의 각을 갖는다. 또한, 상기 제1 층(141)을 진행하는 광신호는 온도가 변화하지 않았을 때 굴절각( $\beta$ )은  $31.03^\circ$ 의 각을 갖는다. 온도가 변화했을 경우에는 상기 제1 층(141)에서의 굴절각( $\gamma$ )은  $30.5^\circ$ 의 각을 갖는다. 상기 제1 층(141)은 그 굴절률이 온도 당  $0.025[^\circ\text{C}]$ 만큼의 비율로 변화한다.

도 1을 참조하면, 상기 격자(150)는 서로 다른 길이를 갖는 다수의 광도파로들로 구성되며, 상기 제1 슬랩(140)으로부터 입력된 광신호는 상기 광도파로들의 길이 차로 인해 서로 다른 파장의 광으로 분할한 후, 상기 제2 슬랩(160)으로 출력된다.

상기 제2 슬랩(160)은 상기 격자(150)에서 분할된 다수의 광을 입력받아 그 출사면 상에 결상시킨다. 상기 출력 도파로열(170)은 상기 제2 슬랩(160)의 출력 측에 연결되어져 있으며, 상기 제2 슬랩(160)의 출사면 상에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력시키는 통로가 된다. 상기 각 채널들( $\lambda_1 \sim \lambda_n$ )은 서로 다른 파장을 갖는다.

#### 【발명의 효과】

본 발명은 서로 다른 굴절률을 갖는 매질로 제1 슬랩을 형성함으로써, 종래의 히터나 펠티어 소자가 없이도, 온도 변화에 따른 파장 이동을 보상할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 온도 무의존성 광도파로열 격자는 패키징 구성이 불필요해지며, 이로 인해 부피 및 생산 공정이 감소 또는 단축되는 이점이 있다.

### 【특허청구범위】

#### 【청구항 1】

광도파로열 격자에 있어서,

외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와;

상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와;

상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과;

상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과;

상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

#### 【청구항 2】

제1 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

상기 입력 도파로에 연결되어져 있으며, 상기 입력 도파로와 다른 기결정된 굴절률 값을 갖는 제1 층과;

상기 제1층과 상기 격자의 사이에 위치하며, 상기 입력 도파로와 동일한 굴절률 값을 갖는 제2 층을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

#### 【청구항 3】

제2 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

상기 제1 층의 굴절률 값은 1.415이고, 상기 제2 층은 그 굴절률 값이 1.46인

재질로 이루어짐을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

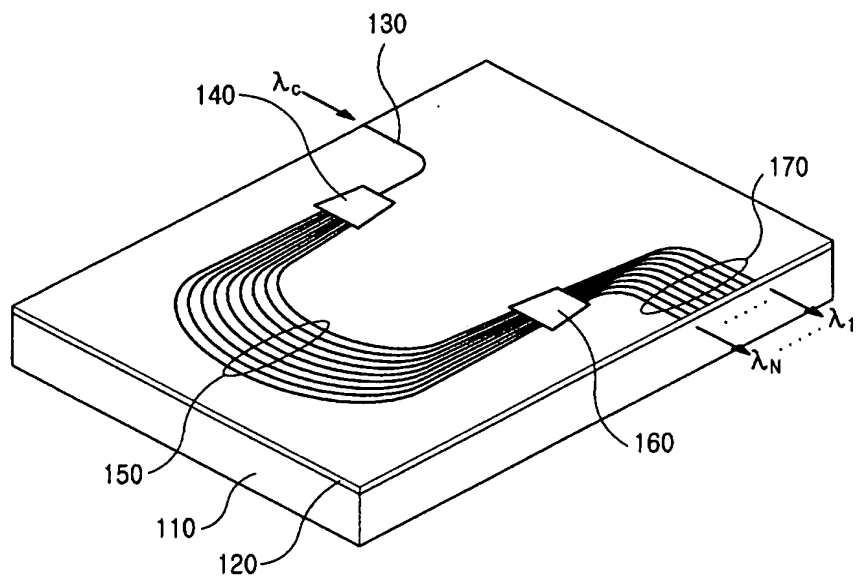
【청구항 4】

제2 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

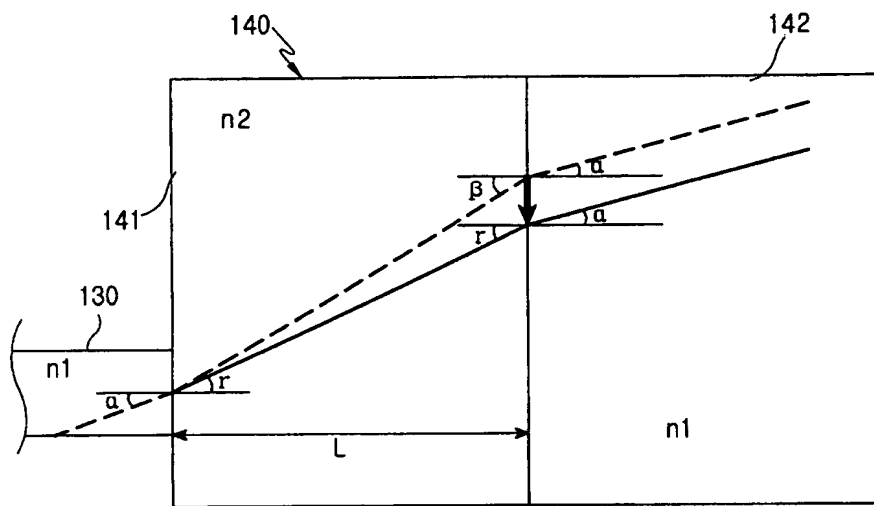
상기 제1 층은 상기 광신호가 진행하는 방향에 따른 길이가  $21.07\mu\text{m}$  임을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

【도면】

【도 1】



【도 2】



## **[ABSTRACT]**

Disclosed is an athermal arrayed waveguide grating. The arrayed waveguide grating comprises an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior side, a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of light, a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from each other, for connecting the input waveguide with the grating array, a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the grating array to be imaged on an egress surface thereof, and an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated channel.

## **[REPRESENTATIVE FIGURE]**

Figure 2

15

## **[INDEX]**

WAVEGUIDE      GRATING,      WAVEGUIDE,      WAVELENGTH      DIVISION  
MULTIPLEXING

## **[TITLE OF THE INVENTION]**

ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING

### **5 [BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]**

FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention; and

FIG. 2 is an enlarged plan view of portions of the input waveguide and the first  
10 slab shown in FIG. 1.

## **[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]**

### **[OBJECT OF THE INVENTION]**

### **[RELATED FILED AND PRIOR ART OF THE INVENTION]**

15

The present invention relates to an athermal arrayed waveguide grating, and more particularly to an arrayed waveguide grating having a means capable of compensating wavelength changes according to temperature.

With a recent burst of growth of various types of data services including  
20 Internet, there has been a demand that transmission capacity should be substantially increased in basic networks. It seems this trend will be maintained in the future. The best economical plan capable of meeting with this demand is to maximize transmission capacity of the optical fibers which have already been in use. For example, an optical communication system is operated in a wavelength division multiplexing (WDM) mode  
25 in which a plurality of channels can be transmitted/received through a single optical fiber as one communication line, instead of additionally installing new optical fibers on a large scale. This optical communication system was commercialized in 1995 for the first time, and thereby available transmission/reception capacity was remarkably increased.

In the case of the foregoing WDM mode, an optical device, such as an arrayed waveguide grating in which an optical waveguide is formed on a flat plate of silica by a combination of fiber optic technology with technology for manufacturing a large scale integrated circuit (LSI), is used as a wavelength division multiplexer/demultiplexer for  
5 allowing multiple wavelengths to be combined and separated. However, the arrayed waveguide grating undergoes a change in refractive index as its temperature changes. As a result, optical signals inputted into the arrayed waveguide grating are subjected to a change in phase. Consequently, each channel outputted from the arrayed waveguide grating is subjected to a wavelength sweep.

10 The arrayed waveguide grating (AWG) includes an input waveguide, a grating array, first and second slabs, and an output waveguide array, and functions as a wavelength division multiplexer/demultiplexer in which optical signals inputted from the outside are not only demultiplexed into a plurality of channels having different wavelengths but also multiplexed into one channel, and then output the  
15 multiplexed/demultiplexed resultant(s). The AWG may further include a temperature controller, thus preventing a wavelength sweep of outputted channel(s) caused by a change in the external temperature.

The temperature controller includes a heater device or a peltier device. Alternatively, an isothermal plate of copper, for instance, may be inserted between the  
20 AWG and a heater or peltier device.

The input waveguide inputs external optical signals into the first slab. The grating array separates the inputted optical signals into different wavelengths of light. The first slab connects the input waveguide with the grating array. The second slab allows the separated wavelengths of light to be imaged on its egress surface. Further,  
25 the output waveguide array allows each wavelength of light, which is imaged on the egress surface of the second slab, to be outputted to the outside in a form of a separated channel.

The AWG or waveguide module including the heater or peltier device as mentioned above is disclosed in the International Patent Application No.

PCT/JP2001/00352 to Hiro Yoshiyuki et al., entitled "Heater Module and Optical Waveguide Module", the teachings of which are hereby incorporated by reference.

The AWG includes the temperature controller, so that the AWG suppresses a change in phase of an optical signal caused by a temperature change and the resultant wavelength sweep of each output channel. That is to say, the temperature controller allows the AWG to maintain constant temperature, so that each output channel can be prevented from being swept in wavelength and the AWG can be guaranteed to obtain stable performance characteristic. However, because the conventional AWG employs the heater or peltier device as the temperature controller, the AWG should be always heated during operation. As a result, there is a problem in that the AWG has an increased power consumption. In addition, there are other problems in that the AWG has an increased volume, a complicated assembly process, an increased manufacturing cost and so forth.

## 15 [SUBSTANTIAL MATTER OF THE INVENTION]

Accordingly, the present invention has been made to solve the above-mentioned problems occurring in the prior art, and an object of the present invention is to provide an athermal arrayed waveguide grating allowing for not only reducing power consumption and volume, but also enhancing the production efficiency.

In order to accomplish the second object, there is provided an athermal arrayed waveguide grating comprising: an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior side; a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of light; a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from each other, for connecting the input waveguide with the grating array; a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the grating array to be imaged on an egress surface thereof; and an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated channel.

## [CONSTRUCTION AND OPERATION OF THE PRESENT INVENTION]

5 Hereinafter, a preferred embodiment of the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings. In the following description of the present invention, a detailed description of known functions and configurations incorporated herein will be omitted when it may make the subject matter of the present invention rather unclear.

10 FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention. Referring to FIG. 1, the AWG comprises an optical layer 120 which is deposited on a substrate 10 of silica and made up of a clad layer and a core layer, an input waveguide 130, a first slab 140, a grating array 150, a second slab 160 and an output waveguide, 170 which are formed on the optical layer by a  
15 semiconductor manufacturing process and the like.

The input waveguide 130 is element for causing optical signals inputted from the outside to be inputted into the first slab 140. Each optical signal has a preset wavelength range.

FIG. 2 is an enlarged view of portions of the input waveguide 130 and the first  
20 slab 140 shown in FIG. 1. Referring to FIG. 2, the first slab 140 connects the input waveguide 140 with the grating array 150. The first slab 140 comprises first and second layers 141 and 142 having different refractive indices  $n_1$  and  $n_2$ , wherein the first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that of the input waveguide 130, and the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide  
25 130.

The input waveguide 130 is made up of a medium having the same refractive index  $n_1$  as that of the second layer 142, and is bounded on one side by the first layer 141. A certain optical signal is incidented into the input waveguide 130 at a predetermined incident angle  $\alpha$ .

The first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that  $n_1$  of the second layer 142 or the input waveguide 130. Therefore, an optical signal incidented from the input waveguide 130 to the first layer 141 at the incident angle  $\alpha$  is refracted at a predetermined refractive angle  $\beta$ . Here, the relationship between the refractive angle  $\beta$  of the optical signal refracted at the first layer 141, the refractive index of the first layer 141, the incident angle  $\alpha$  of the optical signal traveling through the input waveguide 130, and the refractive index of the input waveguide 130 may be given by Equation 1 based on Snell's law, as follows.

Equation 1

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta ,$$

where  $n_1$  is the refractive index of the input waveguide 130,  $\alpha$  is the incident angle of the optical signal traveling through the input waveguide 130,  $n_2$  is refractive index of the first layer 141, and  $\beta$  is the refractive angle of the optical signal refracted in the first layer 141.

The second layer 142 has a refractive index which is different from that of the first layer 141 but is equal to that of the input waveguide 130. Therefore, the optical signal incidented from the first layer 141 to the second layer 142 is refracted at a predetermined refractive angle  $\alpha$  owing to a refractive index difference between the first and second layers 141 and 142. To be more specific, because the input waveguide 130 has the same refractive index as the second layer 142, the optical signal which passes through the first layer 141 and then enters the second layer 142 has the refractive angle  $\alpha$  of the same gradient as that of the incident angle  $\alpha$  of the optical signal which travels through the input waveguide 130.

With a change in temperature, the first layer 141 has a changed refractive index. As a result, the optical signal incidented into the first layer 141 is subjected to refraction at a different refractive angle  $\gamma$  from the original refractive angle  $\beta$ . However, the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130, so that the optical signal incidented into the second layer 142 is refracted at a refractive angle  $\alpha$  which is equal to the incident angle  $\alpha$  of the optical signal incidented into the

input waveguide 130.

Specifically, due to the change in external temperature, the optical signal traveling through the first layer 141 undergoes a change in its refractive angle  $\gamma$ . Therefore, an optical path of the optical signal within the first slab 140 is transformed  
5 depending on such a temperature change. The second layer 142 compensates for a change in wavelength caused by the temperature change by reconverging the optical signal inputted from the first layer 141. The refractive index of the first layer 141 depending on the temperature change is differently changed compared with that of the second layer 142, and thereby the wavelength sweep resulting from the temperature  
10 change of the optical signal is corrected.

The first slab according to the present invention may be constructed, for instance, so that the first layer 141 has a refractive index of 1.415 and a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical signal travels, and the second layer 142 has a refractive index of 1.46.

15 In this case, an initial optical signal, which is inputted into the first slab 140 before the temperature is changed, makes it a condition that the optical signal has an incident angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it is incident into the first layer 141, and a refractive angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it travels through the second layer 142. Further, the optical signal traveling through the first layer 141 has a refractive angle  $\beta$  of  $31.03^\circ$  when the  
20 temperature is not changed, but a refractive angle  $\gamma$  of  $30.5^\circ$  when the temperature is changed. The refractive index of the first layer 141 has a change rate of about 0.025 per  $1^\circ\text{C}$ .

Referring to FIG. 1 again, the grating array 150 comprises a plurality of waveguides each of which is a different length from each other. The optical signals  
25 inputted from the first slab 140 are separated into different wavelengths of light due to a length difference between the waveguides, and then are outputted to the second slab 160.

The second slab 160 receives the different wavelengths of light separated by the grating array 150, and causes the received light to be imaged on its egress surface. The output waveguide array 170 is connected to the output side of the second slab 160

and functions as a passage for outputting each light imaged on the egress surface of the second slab 160 to the outside in a form of a separated channel. The separated channels  $\lambda_1$  to  $\lambda_n$  have different wavelengths from each other.

As can be seen from the above, the AWG according to the present invention is  
5 formed with the first slab by media having different refractive indices from each other, so that it can compensate a wavelength sweep caused by a change in temperature without the conventional heater or peltier device. Therefore, the athermal arrayed waveguide grating according to the present invention makes it possible to eliminate packaging constructure, and thus reducing its volume and manufacturing process.

10

Hereinafter, a preferred embodiment of the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings. In the following description of the present invention, a detailed description of known functions and configurations incorporated herein will be omitted when it may make the subject matter of the present  
15 invention rather unclear.

FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention. Referring to FIG. 1, the AWG comprises an optical layer 120 which is deposited on a substrate 10 of silica and made up of a clad layer and a core layer, an input waveguide 130, a first slab 140, a grating array 150, a second slab  
20 160 and an output waveguide, 170 which are formed on the optical layer by a semiconductor manufacturing process and the like.

The input waveguide 130 is element for causing optical signals inputted from the outside to be inputted into the first slab 140. Each optical signal has a preset wavelength range.

25 FIG. 2 is an enlarged view of portions of the input waveguide 130 and the first slab 140 shown in FIG. 1. Referring to FIG. 2, the first slab 140 connects the input waveguide 140 with the grating array 150. The first slab 140 comprises first and second layers 141 and 142 having different refractive indices  $n_1$  and  $n_2$ , wherein the first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that of the input waveguide 130,

and the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130.

The input waveguide 130 is made up of a medium having the same refractive index  $n_1$  as that of the second layer 142, and is bounded on one side by the first layer 141. A certain optical signal is incidented into the input waveguide 130 at a predetermined incident angle  $\alpha$ .

The first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that  $n_1$  of the second layer 142 or the input waveguide 130. Therefore, an optical signal incidented from the input waveguide 130 to the first layer 141 at the incident angle  $\alpha$  is refracted at a predetermined refractive angle  $\beta$ . Here, the relationship between the refractive angle  $\beta$  of the optical signal refracted at the first layer 141, the refractive index of the first layer 141, the incident angle  $\alpha$  of the optical signal traveling through the input waveguide 130, and the refractive index of the input waveguide 130 may be given by Equation 1 based on Snell's law, as follows.

Equation 1

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta ,$$

where  $n_1$  is the refractive index of the input waveguide 130,  $\alpha$  is the incident angle of the optical signal traveling through the input waveguide 130,  $n_2$  is refractive index of the first layer 141, and  $\beta$  is the refractive angle of the optical signal refracted in the first layer 141.

The second layer 142 has a refractive index which is different from that of the first layer 141 but is equal to that of the input waveguide 130. Therefore, the optical signal incidented from the first layer 141 to the second layer 142 is refracted at a predetermined refractive angle  $\alpha$  owing to a refractive index difference between the first and second layers 141 and 142. To be more specific, because the input waveguide 130 has the same refractive index as the second layer 142, the optical signal which passes through the first layer 141 and then enters the second layer 142 has the refractive angle  $\alpha$  of the same gradient as that of the incident angle  $\alpha$  of the optical signal which travels through the input waveguide 130.

With a change in temperature, the first layer 141 has a changed refractive index. As a result, the optical signal incidented into the first layer 141 is subjected to refraction at a different refractive angle  $\gamma$  from the original refractive angel  $\beta$ . However, the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130, so  
5 that the optical signal incidented into the second layer 142 is refracted at a refractive angle  $\alpha$  which is equal to the incident angle  $\alpha$  of the optical signal incidented into the input waveguide 130.

Specifically, due to the change in external temperature, the optical signal traveling through the first layer 141 undergoes a change in its refractive angle  $\gamma$ .  
10 Therefore, an optical path of the optical signal within the first slab 140 is transformed depending on such a temperature change. The second layer 142 compensates for a change in wavelength caused by the temperature change by reconverging the optical signal inputted from the first layer 141. The refractive index of the first layer 141 depending on the temperature change is differently changed compared with that of the  
15 second layer 142, and thereby the wavelength sweep resulting from the temperature change of the optical signal is corrected.

The first slab according to the present invention may be constructed, for instance, so that the first layer 141 has a refractive index of 1.415 and a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical signal travels, and the second layer 142 has  
20 a refractive index of 1.46.

In this case, an initial optical signal, which is inputted into the first slab 140 before the temperature is changed, makes it a condition that the optical signal has an incident angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it is incidented into the first layer 141, and a refractive angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it travels through the second layer 142. Further, the optical signal  
25 traveling through the first layer 141 has a refractive angle  $\beta$  of  $31.03^\circ$  when the temperature is not changed, but a refractive angle  $\gamma$  of  $30.5^\circ$  when the temperature is changed. The refractive index of the first layer 141 has a change rate of about 0.025 per  $1^\circ\text{C}$ .

Referring to FIG. 1 again, the grating array 150 comprises a plurality of

waveguides each of which is a different length from each other. The optical signals inputted from the first slab 140 are separated into different wavelengths of light due to a length difference between the waveguides, and then are outputted to the second slab 160.

5 The second slab 160 receives the different wavelengths of light separated by the grating array 150, and causes the received light to be imaged on its egress surface. The output waveguide array 170 is connected to the output side of the second slab 160 and functions as a passage for outputting each light imaged on the egress surface of the second slab 160 to the outside in a form of a separated channel. The separated channels  $\lambda_1$  to  $\lambda_n$  have different wavelengths from each other.

10 As can be seen from the above, the AWG according to the present invention is formed with the first slab by media having different refractive indices from each other, so that it can compensate a wavelength sweep caused by a change in temperature without the conventional heater or peltier device. Therefore, the athermal arrayed waveguide grating according to the present invention makes it possible to eliminate  
15 packaging constructure, and thus reducing its volume and manufacturing process.

## WHAT IS CLAIMED IS:

1. An athermal arrayed waveguide grating comprising:  
an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior  
5 side;  
a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of  
light;  
a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from  
each other, for connecting the input waveguide with the grating array;  
10 a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the  
grating array to be imaged on an egress surface thereof; and  
an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on  
the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated  
channel.  
15
2. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 1, wherein the  
first slab comprises:  
a first layer connected to the input waveguide and having a predetermined  
refractive index which is different from that of the input waveguide; and  
20 a second layer interposed between the first layer and the grating array and  
having a refractive index which is equal to that of the input waveguide.
3. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 2, wherein the  
first slab is formed by material having a refractive index of 1.415 for the first layer and  
25 having a refractive index of 1.46 for the second layer.
4. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 2, wherein the  
first layer of the first slab has a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical  
signal travels.

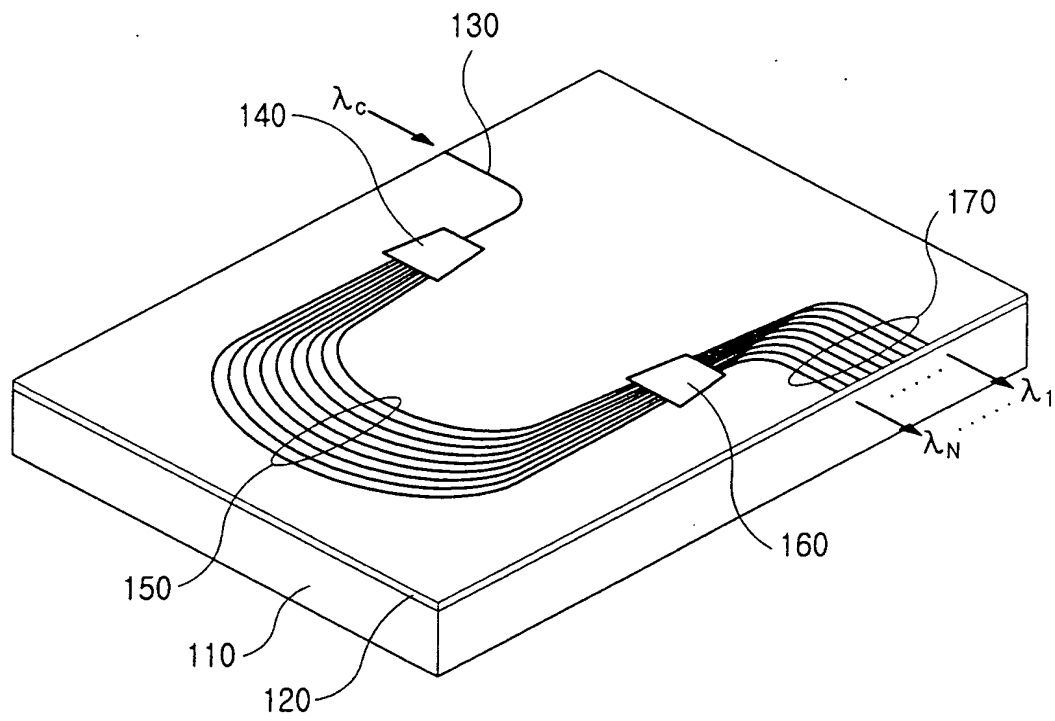


FIG.1

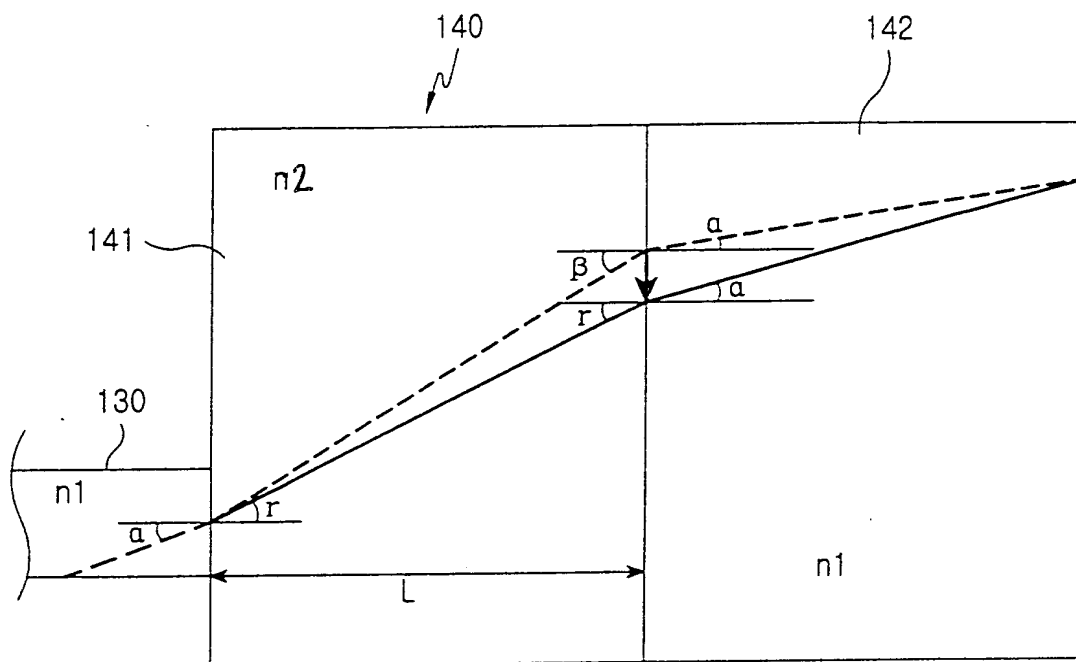


FIG.2

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

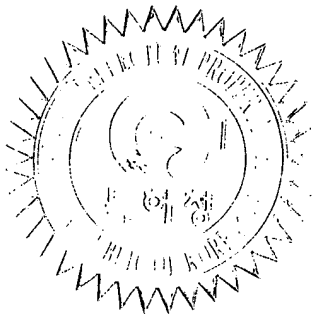
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0004028  
Application Number

출원년월일 : 2003년 01월 21일  
Date of Application JAN 21, 2003

출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003      03      17  
          년      월      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

**【서류명】** 특허출원서  
**【권리구분】** 특허  
**【수신처】** 특허청장  
**【참조번호】** 0001  
**【제출일자】** 2003.01.21  
**【국제특허분류】** G02B  
**【발명의 명칭】** 온도 무의존성 광도파로열 격자  
**【발명의 영문명칭】** ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING  
**【출원인】**

**【명칭】** 삼성전자 주식회사

**【출원인코드】** 1-1998-104271-3

## 【대리인】

**【성명】** 이건주

**【대리인코드】** 9-1998-000339-8

**【포괄위임등록번호】** 2003-001449-1

## 【발명자】

**【성명의 국문표기】** 송정환

**【성명의 영문표기】** SONG, Jeong Hwan

**【주민등록번호】** 700901-1037821

**【우편번호】** 138-050

**【주소】** 서울특별시 송파구 방이동 224-16

**【국적】** KR

## 【발명자】

**【성명의 국문표기】** 권오달

**【성명의 영문표기】** KWON, Oh Dal

**【주민등록번호】** 621027-1490313

**【우편번호】** 442-470

**【주소】** 경기도 수원시 팔달구 영통동 벽적골 삼성아파트 923-902호

**【국적】** KR

## 【발명자】

**【성명의 국문표기】** 이방원

**【성명의 영문표기】** LEE, Bang Weon

【주민등록번호】	700618-1482415
【우편번호】	137-130
【주소】	서울특별시 서초구 양재동 97-1 서울빌라 301호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이승완
【성명의 영문표기】	LEE, Seung Wan
【주민등록번호】	600325-1057424
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 928 동보아파트 622-903
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정선태
【성명의 영문표기】	JUNG, Sun Tae
【주민등록번호】	650701-1067523
【우편번호】	431-080
【주소】	경기도 안양시 동안구 호계동 1115, 샘마을임광아파트 303-601
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김명원
【성명의 영문표기】	KIM, Myoung Won
【주민등록번호】	721203-1056718
【우편번호】	463-070
【주소】	경기도 성남시 분당구 야탑동(장미마을) 코오롱 APT 117동 102호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이인재
【성명의 영문표기】	LEE, In Jae
【주민등록번호】	660103-1026211
【우편번호】	463-915

【주소】	경기도 성남시 분당구 정자동(한솔마을) 한일아파트 307-1203		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	이경식		
【성명의 영문표기】	LEE, Kyong Shik		
【주민등록번호】	550222-1457221		
【우편번호】	135-240		
【주소】	서울특별시 강남구 개포동 185 주공APT 603EHD 1104		
【국적】	KR		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	조준용		
【성명의 영문표기】	CHO, Joon Yong		
【주민등록번호】	730603-1143915		
【우편번호】	403-130		
【주소】	인천광역시 부평구 십정동 607 33/7 동암신동아APT 105-702		
【국적】	KR		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이건주 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	13	면	29,000 원
【가산출원료】	0	면	0 원
【우선권주장료】	0	건	0 원
【심사청구료】	4	항	237,000 원
【합계】	266,000 원		

**【요약서】****【요약】**

본 발명에 따른 광도파로 격자에 있어서, 외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와, 상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와, 상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과, 상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과, 상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함한다.

**【대표도】**

도 2

**【색인어】**

광도파로 격자, 도파로, 파장 분할 다중화

**【명세서】****【발명의 명칭】**

온도 무의존성 광도파로열 격자{ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명에 적용된 광도파로열 격자를 나타내는 사시도,

도 2는 도 1에 도시된 제1 슬랩과 입력 도파로 부분을 확대한 평면도.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <3> 본 발명은 광도파로열 격자에 관한 것으로서, 특히, 온도 변화에 따른 파장 변화를 보상할 수 있는 수단을 구비한 광도파로열 격자에 관한 것이다.
- <4> 최근 인터넷을 비롯한 각종 데이터 서비스가 급격히 증가함에 따라 기간 망의 대폭적인 전송용량 확대가 요구되고 있으며 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 보인다. 이러한 요구를 가장 경제적으로 충족시킬 수 있는 방안은 새로운 광섬유를 대규모로 포설하는 대신 하나의 통신 회선인 단일 광섬유에 다수의 채널을 송수신할 수 있는 파장 분할 다중화(WDM) 방식의 광통신 시스템을 설치함으로써 이미 포설되어 있는 광섬유의 전송용량을 극대화하는 것이다. 이러한 광전송시스템은 1995년 처음 상용화되었으며, 송수신 가능한 용량은 비약적으로 증대되고 있다.

- <5> 상술한 바와 같은 파장 분할 다중화 방식은 실리카 재질의 평판 위에 광섬유 기술과 대규모 집적 회로(LSI) 제조 기술의 조합에 의하여 광도파로를 형성한 광도파로열 격자 등을 광신호를 다수의 채널로 역다중화시키기 위한 파장 분할 다중화/역다중화기로서 사용한다. 그러나, 상술한 광도파로열 격자는 온도 변화에 의해 그 굴절률이 변화되고, 그로 인해 상기 광도파로열 격자의 내부로 입력된 광신호의 위상이 변화된다. 결과적으로, 상기 광도파로열 격자에서 출력되는 채널들은 그 파장이 이동하게 된다.
- <6> 상기 광도파로열 격자는 입력 도파로와, 격자와, 제1 및 제2 슬랩과, 출력 도파로열을 포함함으로써, 외부로부터 입력되는 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 채널로 역다중화 또는 다중화시켜서 출력하는 파장 분할 다중화/역다중화기의 역할을 한다. 또한, 상기 광도파로열 격자는 온도 제어 장치를 더 포함함으로써, 외부의 온도 변화로 인한 출력 채널들의 파장 이동을 방지한다.
- <7> 상기 온도 제어 장치는 히터 또는 펠티어 소자들을 구비하며, 이에 더하여 구리 등의 균열판이 상기 광도파로열 소자와 상기 히터 또는 펠티어 소자의 사이에 삽입될 수 있다.
- <8> 상기 입력 도파로는 외부로부터의 광신호를 제1 슬랩으로 입력시키며, 상기 격자는 상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할한다. 상기 제1 슬랩은 상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시킨다. 상기 제2 슬랩은 상기 격자에서 분할된 다수의 광을 그 출사면에 결상시킨다. 또한, 상기 출력 도파로열은 상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력한다.

<9> 상술한 바와 같은 히터 또는 펠티어 소자를 포함하는 광도파로열 격자 또는 광도파로 모듈에 관한 발명으로는 일본의 히로세요시유키 등에 의해 국제 출원(출원 번호 PCT/JP2001/00352)된 "히터 모듈 및 광도파로 모듈"을 예로 들 수 있다.

<10> 상기 광도파로열 격자는 상기 온도 제어 장치를 포함함으로써, 온도 변화에 따른 광신호의 위상 변화 및 그로 인한 각 출력 채널들의 파장 이동을 억제하고 일정하게 유지시킨다. 즉, 상기 온도 제어 장치는 상기 광도파로열 격자의 온도를 일정하게 유지시킴으로써, 출력 채널들의 파장 이동을 방지하고, 상기 광도파로열 격자의 안정적인 동작 특성을 얻을 수 있게 된다. 그러나, 종래의 광도파로열 격자는 히터 또는 펠티어(Peltier)소자를 온도 제어 장치로 사용하며, 동작 중 늘 가열되어야 한다. 즉, 광도파로열 격자의 소비 전력을 증대시키는 문제가 된다. 또한, 광도파로열 격자는 히터 또는 펠티어 소자를 온도 제어 장치로 더 포함함으로써, 그 부피가 커지고, 조립 공정 등이 복잡해지므로, 생산비가 증대되는 문제가 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<11> 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서, 본 발명의 목적은 광도파로열 격자의 전력 사용량 및 그 부피를 감소시키고, 생산 효율을 향상시킬 수 있는 광도파로열 격자를 제공하는데 그 목적이 있다.

<12> 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 광도파로열 격자는,

<13> 외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와;

<14> 상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와;

- <15>      상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과;
- <16>      상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과;
- <17>      상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

### 【발명의 구성 및 작용】

- <18>      이하에서는 첨부도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능, 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하지 않게 하기 위하여 생략한다.
- <19>      도 1은 본 발명에 적용된 광도파로열 격자를 나타내는 사시도이다. 도 1을 참조하면, 상기 광도파로열 격자는 실리카 재질의 기판(110) 상에 적층되며, 클래드층과, 코아층과, 클래드층으로 이루어진 광학층(120)으로 구성되며, 상기 코아 층 상에 반도체 공정 등으로 성형된 입력 도파로(130)와, 격자(150)와, 제1 슬랩(140)과, 제2 슬랩(160)과, 출력 도파로열(170)을 포함한다.
- <20>      상기 입력 도파로(130)는 외부로부터 입력된 광신호를 상기 제1 슬랩(140)으로 입력시키기 위한 소자이다. 상기 광신호는 기설정된 파장 범위를 갖는다.
- <21>      도 2는 도 1에 도시된 입력 도파로(130)와 제1 슬랩(140) 부분만을 나타낸다. 도 2를 참조하면, 상기 제1 슬랩(140)은 상기 입력 도파로(130)와 상기 격자(150)를 연결시

키며, 상이한 굴절률( $n_2$ )의 제1 층(141)과, 상기 입력 도파로(130)와 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는 제2 층(142)을 포함하여 이루어진다.

<22> 상기 입력 도파로(130)는 상기 제2 층(142)과 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는 매질로 이루어지며, 상기 제1 층(141)에 접하고 있다. 상기 입력 도파로(130)에 입력되는 광신호는 기결정된 입사각( $\alpha$ )으로 입력된다.

<23> 상기 제1 층(141)은 상기 입력 도파로(130)와 상기 제2 층(141)의 굴절률( $n_1$ )과 다른 굴절률( $n_2$ )을 가지며, 이로 인해 상기 입력 도파로(130)에서 상기 제1 층(141)으로 기결정된 입사각( $\alpha$ )으로 입력된 광신호는 기결정된 굴절각( $\beta$ )으로 굴절되어진다. 이때, 상기 제1 층(141)에서의 광신호의 굴절각( $\beta$ ), 상기 제1 층(141)의 굴절률( $\beta$ )과, 상기 입력 도파로(130)를 진행하는 광신호의 입사각( $\alpha$ ), 상기 입력 도파로(130)의 굴절률간의 관계는 하기 하는 수학식 1의 스넬의 법칙에 의해 나타낼 수 있다.

<24> **【수학식 1】**  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

<25>  $n_1$ 은 상기 입력 도파로(130)의 굴절률을,  $\alpha$ 는 상기 입력 도파로(130)를 진행하는 광신호의 입사각을 의미하며,  $n_2$ 는 상기 제1 층(141)의 굴절률을,  $\beta$ 는 상기 제1 층(141)에서 굴절된 광신호의 굴절각을 의미한다.

<26> 상기 제2 층(142)은 상기 제1 층(141)과는 굴절률이 서로 상이하나, 상기 입력 도파로(130)와는 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖는다. 상기 제1 층(141)에서 상기 제2 층(142)으로 입력된 광신호는 상기 제1 층(141)과 상기 제2 층(142)간의 굴절률 차로 인해 기설정된 굴절각( $\alpha$ )으로 굴절되게 된다. 즉, 입력 도파로(130)와 제2 층(142)은 상호 동일한 굴절률( $\alpha$ )을 갖고 있으므로, 상기 제1 층(141)을 통과한 후, 상기 제2 층(142)으로 입

력된 광신호는 상기 입력 도파로(130)를 진행할 때의 광신호의 입사각( $\alpha$ )과 동일한 기울기의 굴절각( $\alpha$ )을 갖게 된다.

<27> 온도가 변화될 경우, 상기 제1 층(141)은 그 굴절률이 변하게 되며, 이로 인해 상기 제1 층(141)에 입사된 광신호는 기존의 굴절각( $\beta$ )과 다른 굴절각( $\gamma$ )으로 굴절되게 된다. 그러나, 상기 제2 층(142)은 상기 입력 도파로(130)와 동일한 굴절률( $n_1$ )을 갖고 있으므로, 상기 입력 도파로(130)에 입력되는 광신호의 입사각( $\alpha$ )과 동일한 크기의 굴절각( $\alpha$ )으로 굴절된다.

<28> 즉, 외부의 온도 변화에 따라서, 상기 제1 층(141)을 진행하는 광신호의 굴절각( $\gamma$ )의 변화로 인해 상기 제1 슬랩(140)을 진행하는 광신호의 광경로가 온도 변화에 따라 변화된다. 상기 제2 층(142)은 상기 제1 층(141)으로부터 입력된 상기 광신호를 다시 수렴시킴으로서, 온도 변화에 따른 파장 변화를 보상하게 된다. 제1 층(141)의 온도 변화에 따른 굴절률 변화 정도와, 상기 제2 층(142)의 굴절률 변화가 서로 상이하며, 이로 인해 광신호의 온도 변화에 따른 파장 이동을 보정하게 된다.

<29> 본 발명에 따른 제1 슬랩의 구조에 대한 구체적인 예를 들면, 상기 제1 층(141)의 굴절률 값은 1.415이고, 상기 광신호가 진행하는 방향에 따른 길이가  $21.07\mu\text{m}$ 이다. 또한, 상기 제2 층(142)은 그 굴절률 값이 1.46 인 경우이다.

<30> 이 경우, 온도가 변화하기 전의 초기 광신호가 입력되는 조건으로는, 상기 광신호가 상기 제1 슬랩(140)에 입력되는 입사각( $\alpha$ ) 및 상기 제2 층(142)을 진행하는 굴절각( $\alpha$ )은  $30^\circ$ 의 각을 갖는다. 또한, 상기 제1 층(141)을 진행하는 광신호는 온도가 변화하지 않았을 때 굴절각( $\beta$ )은  $31.03^\circ$ 의 각을 갖는다. 온도가 변화했을 경우에는 상기 제1 층(141)에서의 굴절각( $\gamma$ )은  $30.5$

°의 각을 갖는다. 상기 제1 층(141)은 그 굴절률이 온도 당 0.025 만큼의 비율로 변화한다.

<31> 도 1을 참조하면, 상기 격자(150)는 서로 다른 길이를 갖는 다수의 광도파로들로 구성되며, 상기 제1 슬랩(140)으로부터 입력된 광신호는 상기 광도파로들의 길이 차로 인해 서로 다른 파장의 광으로 분할한 후, 상기 제2 슬랩(160)으로 출력된다.

<32> 상기 제2 슬랩(160)은 상기 격자(150)에서 분할된 다수의 광을 입력받아 그 출사면에 결상시킨다. 상기 출력 도파로열(170)은 상기 제2 슬랩(160)의 출력 측에 연결되어져 있으며, 상기 제2 슬랩(160)의 출사면 상에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력시키는 통로가 된다. 상기 각 채널들( $\lambda_1 \sim \lambda_n$ )은 서로 다른 파장을 갖는다.

### 【발명의 효과】

<33> 본 발명은 서로 다른 굴절률을 갖는 매질로 제1 슬랩을 형성함으로써, 종래의 히터나 펄티어 소자가 없이도, 온도 변화에 따른 파장 이동을 보상할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 온도 무의존성 광도파로열 격자는 패키징 구성이 불필요해지며, 이로 인해 부피 및 생산 공정이 감소 또는 단축되는 이점이 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

광도파로열 격자에 있어서,  
외부로부터의 광신호가 입력되는 입력 도파로와;  
상기 광신호를 서로 다른 파장을 갖는 다수의 광으로 분할하는 격자와;  
상기 입력 도파로와 상기 격자를 연결시키며, 서로 다른 굴절률을 갖는 두 개의 층으로 이루어진 제1 슬랩과;  
상기 격자에서 분할된 다수의 광이 그 출사면에 결상되는 제2 슬랩과;  
상기 제2 슬랩의 출사면에 결상된 각각의 광을 분할된 채널로서 외부로 출력하는 출력 도파로열을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

**【청구항 2】**

제1 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,  
상기 입력 도파로에 연결되어져 있으며, 상기 입력 도파로와 다른 기결정된 굴절률을 갖는 제1 층과;  
상기 제1층과 상기 격자의 사이에 위치하며, 상기 입력 도파로와 동일한 굴절률을 갖는 제2 층을 포함함을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

**【청구항 3】**

제2 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

상기 제1 층의 굴절률 값은 1.415이고, 상기 제2 층은 그 굴절률 값이 1.46인 재질로 이루어짐을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

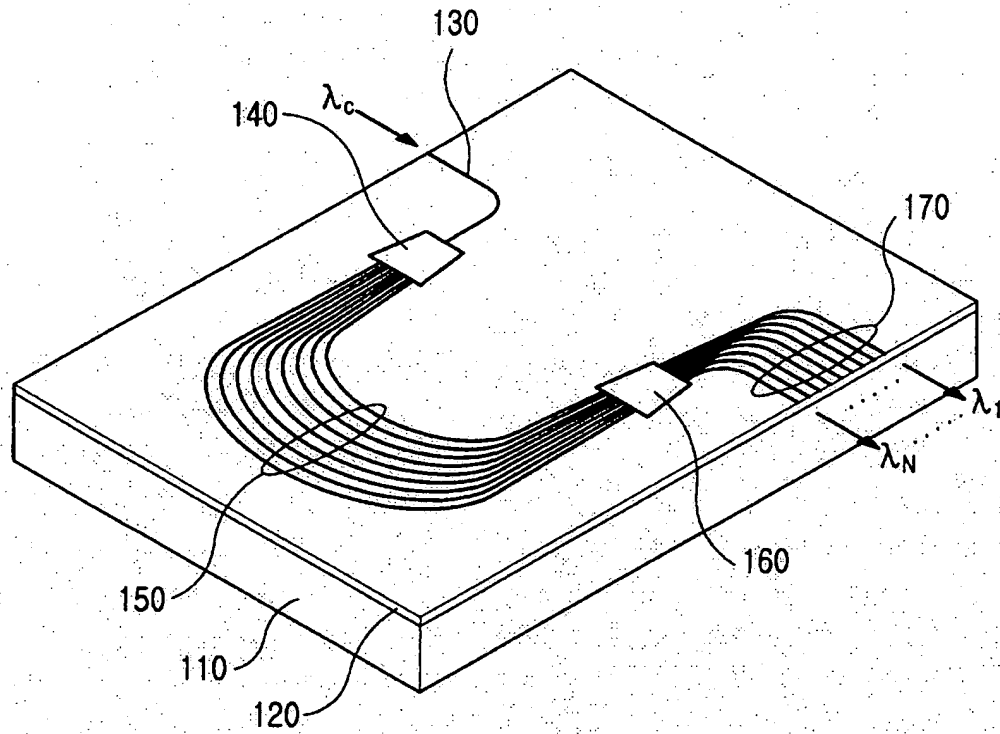
**【청구항 4】**

제2 항에 있어서, 상기 제1 슬랩은,

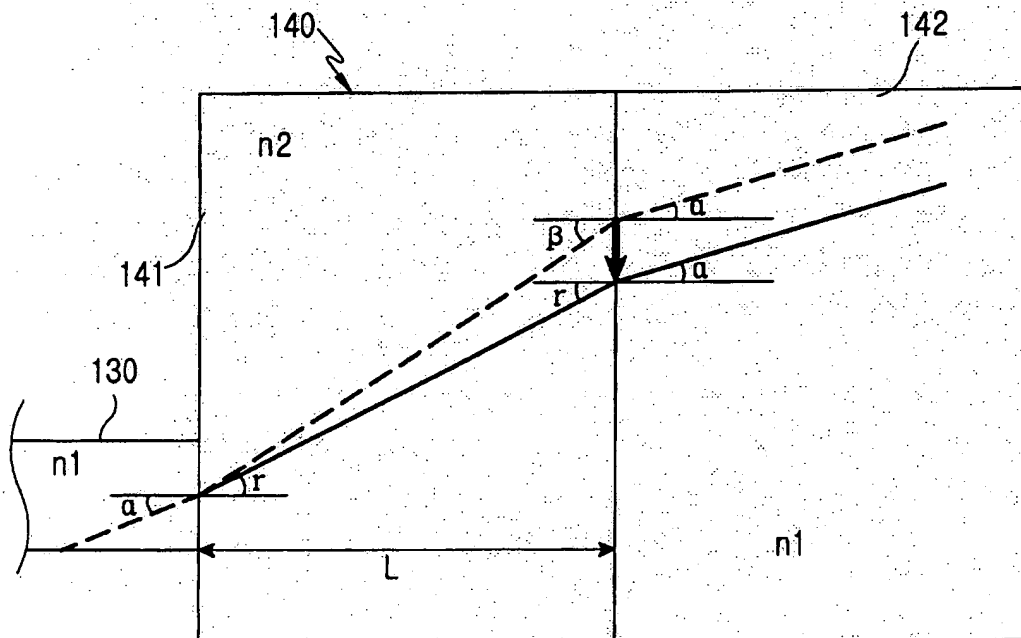
상기 제1 층은 상기 광신호가 진행하는 방향에 따른 길이가  $21.07\mu\text{m}$  임을 특징으로 하는 온도 무의존성 광도파로열 격자.

【도면】

【도 1】



【도 2】



# **ATHERMAL ARRAYED WAVEGUIDE GRATING**

## **PRIORITY**

5 This application claims priority to an application entitled "Athermal arrayed waveguide grating" filed in the Korean Industrial Property Office on January 21, 2003 and assigned Serial No. 2003-4028, the contents of which are hereby incorporated by reference.

## **BACKGROUND OF THE INVENTION**

10

### **1. Field of the Invention**

The present invention relates to an athermal arrayed waveguide grating, and more particularly to an arrayed waveguide grating having a means capable of compensating wavelength changes according to temperature.

15

### **2. Description of the Related Art**

With a recent burst of growth of various types of data services including Internet, there has been a demand that transmission capacity should be substantially increased in basic networks. It seems this trend will be maintained in the future. The best economical plan capable of meeting with this demand is to maximize transmission capacity of the optical fibers which have already been in use. For example, an optical communication system is operated in a wavelength division multiplexing (WDM) mode in which a plurality of channels can be transmitted/received through a single optical fiber as one communication line, instead of additionally installing new optical fibers on a large scale. This optical communication system was commercialized in 1995 for the first time, and thereby available transmission/reception capacity was remarkably increased.

In the case of the foregoing WDM mode, an optical device, such as an arrayed waveguide grating in which an optical waveguide is formed on a flat plate of silica by a combination of fiber optic technology with technology for manufacturing a large scale integrated circuit (LSI), is used as a wavelength division multiplexer/demultiplexer for allowing multiple wavelengths to be combined and separated. However, the arrayed waveguide grating undergoes a change in refractive index as its temperature changes.

As a result, optical signals inputted into the arrayed waveguide grating are subjected to a change in phase. Consequently, each channel outputted from the arrayed waveguide grating is subjected to a wavelength sweep.

The arrayed waveguide grating (AWG) includes an input waveguide, a grating array, first and second slabs, and an output waveguide array, and functions as a wavelength division multiplexer/demultiplexer in which optical signals inputted from the outside are not only demultiplexed into a plurality of channels having different wavelengths but also multiplexed into one channel, and then output the multiplexed/demultiplexed resultant(s). The AWG may further include a temperature controller, thus preventing a wavelength sweep of outputted channel(s) caused by a change in the external temperature.

The temperature controller includes a heater device or a peltier device. Alternatively, an isothermal plate of copper, for instance, may be inserted between the AWG and a heater or peltier device.

The input waveguide inputs external optical signals into the first slab. The grating array separates the inputted optical signals into different wavelengths of light. The first slab connects the input waveguide with the grating array. The second slab allows the separated wavelengths of light to be imaged on its egress surface. Further, the output waveguide array allows each wavelength of light, which is imaged on the egress surface of the second slab, to be outputted to the outside in a form of a separated channel.

The AWG or waveguide module including the heater or peltier device as mentioned above is disclosed in the International Patent Application No. PCT/JP2001/00352 to Hiro Yoshiyuki et al., entitled "Heater Module and Optical Waveguide Module", the teachings of which are hereby incorporated by reference.

The AWG includes the temperature controller, so that the AWG suppresses a change in phase of an optical signal caused by a temperature change and the resultant wavelength sweep of each output channel. That is to say, the temperature controller allows the AWG to maintain constant temperature, so that each output channel can be prevented from being swept in wavelength and the AWG can be guaranteed to obtain stable performance characteristic. However, because the conventional AWG employs the heater or peltier device as the temperature controller, the AWG should be always

heated during operation. As a result, there is a problem in that the AWG has an increased power consumption. In addition, there are other problems in that the AWG has an increased volume, a complicated assembly process, an increased manufacturing cost and so forth.

5

## **SUMMARY OF THE INVENTION**

Accordingly, the present invention has been made to solve the above-mentioned problems occurring in the prior art, and an object of the present invention is to provide an athermal arrayed waveguide grating allowing for not only reducing power  
10 consumption and volume, but also enhancing the production efficiency.

In order to accomplish the second object, there is provided an athermal arrayed waveguide grating comprising: an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior side; a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of light; a first slab, formed with two layers which have different  
15 refractive indices from each other, for connecting the input waveguide with the grating array; a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the grating array to be imaged on an egress surface thereof; and an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated channel.

20

## **BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS**

The above and other objects, features and advantages of the present invention will be more apparent from the following detailed description taken in conjunction with  
25 the accompanying drawings, in which:

FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention; and

FIG. 2 is an enlarged plan view of portions of the input waveguide and the first slab shown in FIG. 1.

30

## **DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT**

Hereinafter, a preferred embodiment of the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings. In the following description of the present invention, a detailed description of known functions and configurations incorporated herein will be omitted when it may make the subject matter of the present invention rather unclear.

FIG. 1 is a perspective view showing an arrayed waveguide grating (AWG) according to the present invention. Referring to FIG. 1, the AWG comprises an optical layer 120 which is deposited on a substrate 10 of silica and made up of a clad layer and a core layer, an input waveguide 130, a first slab 140, a grating array 150, a second slab 160 and an output waveguide, 170 which are formed on the optical layer by a semiconductor manufacturing process and the like.

The input waveguide 130 is element for causing optical signals inputted from the outside to be inputted into the first slab 140. Each optical signal has a preset wavelength range.

FIG. 2 is an enlarged view of portions of the input waveguide 130 and the first slab 140 shown in FIG. 1. Referring to FIG. 2, the first slab 140 connects the input waveguide 140 with the grating array 150. The first slab 140 comprises first and second layers 141 and 142 having different refractive indices  $n_1$  and  $n_2$ , wherein the first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that of the input waveguide 130, and the second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130.

The input waveguide 130 is made up of a medium having the same refractive index  $n_1$  as that of the second layer 142, and is bounded on one side by the first layer 141. A certain optical signal is incidented into the input waveguide 130 at a predetermined incident angle  $\alpha$ .

The first layer 141 has a different refractive index  $n_2$  from that  $n_1$  of the second layer 142 or the input waveguide 130. Therefore, an optical signal incidented from the input waveguide 130 to the first layer 141 at the incident angle  $\alpha$  is refracted at a predetermined refractive angle  $\beta$ . Here, the relationship between the refractive angle  $\beta$  of the optical signal refracted at the first layer 141, the refractive index of the first layer 141, the incident angle  $\alpha$  of the optical signal traveling through the input waveguide 130, and the refractive index of the input waveguide 130 may be given by

Equation 1 based on Snell's law, as follows.

Equation 1

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta ,$$

where  $n_1$  is the refractive index of the input waveguide 130,  $\alpha$  is the incident  
5 angle of the optical signal traveling through the input waveguide 130,  $n_2$  is refractive  
index of the first layer 141, and  $\beta$  is the refractive angle of the optical signal refracted in  
the first layer 141.

The second layer 142 has a refractive index which is different from that of the  
first layer 141 but is equal to that of the input waveguide 130. Therefore, the optical  
10 signal incidented from the first layer 141 to the second layer 142 is refracted at a  
predetermined refractive angle  $\alpha$  owing to a refractive index difference between the first  
and second layers 141 and 142. To be more specific, because the input waveguide 130  
has the same refractive index as the second layer 142, the optical signal which passes  
through the first layer 141 and then enters the second layer 142 has the refractive angle  
15  $\alpha$  of the same gradient as that of the incident angle  $\alpha$  of the optical signal which travels  
through the input waveguide 130.

With a change in temperature, the first layer 141 has a changed refractive index.  
As a result, the optical signal incidented into the first layer 141 is subjected to refraction  
at a different refractive angle  $\gamma$  from the original refractive angle  $\beta$ . However, the  
20 second layer 142 has the same refractive index  $n_1$  as that of the input waveguide 130, so  
that the optical signal incidented into the second layer 142 is refracted at a refractive  
angle  $\alpha$  which is equal to the incident angle  $\alpha$  of the optical signal incidented into the  
input waveguide 130.

Specifically, due to the change in external temperature, the optical signal  
25 traveling through the first layer 141 undergoes a change in its refractive angle  $\gamma$ .  
Therefore, an optical path of the optical signal within the first slab 140 is transformed  
depending on such a temperature change. The second layer 142 compensates for a  
change in wavelength caused by the temperature change by reconverging the optical  
signal inputted from the first layer 141. The refractive index of the first layer 141  
30 depending on the temperature change is differently changed compared with that of the  
second layer 142, and thereby the wavelength sweep resulting from the temperature  
change of the optical signal is corrected.

The first slab according to the present invention may be constructed, for instance, so that the first layer 141 has a refractive index of 1.415 and a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical signal travels, and the second layer 142 has a refractive index of 1.46.

5        In this case, an initial optical signal, which is inputted into the first slab 140 before the temperature is changed, makes it a condition that the optical signal has an incident angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it is incidented into the first layer 141, and a refractive angle  $\alpha$  of  $30^\circ$  when it travels through the second layer 142. Further, the optical signal traveling through the first layer 141 has a refractive angle  $\beta$  of  $31.03^\circ$  when the  
10 temperature is not changed, but a refractive angle  $\gamma$  of  $30.5^\circ$  when the temperature is changed. The refractive index of the first layer 141 has a change rate of about 0.025 per  $1^\circ\text{C}$ .

Referring to FIG. 1 again, the grating array 150 comprises a plurality of waveguides each of which is a different length from each other. The optical signals  
15 inputted from the first slab 140 are separated into different wavelengths of light due to a length difference between the waveguides, and then are outputted to the second slab 160.

The second slab 160 receives the different wavelengths of light separated by the grating array 150, and causes the received light to be imaged on its egress surface. The output waveguide array 170 is connected to the output side of the second slab 160  
20 and functions as a passage for outputting each light imaged on the egress surface of the second slab 160 to the outside in a form of a separated channel. The separated channels  $\lambda_1$  to  $\lambda_n$  have different wavelengths from each other.

As can be seen from the above, the AWG according to the present invention is formed with the first slab by media having different refractive indices from each other,  
25 so that it can compensate a wavelength sweep caused by a change in temperature without the conventional heater or peltier device. Therefore, the athermal arrayed waveguide grating according to the present invention makes it possible to eliminate packaging constructure, and thus reducing its volume and manufacturing process.

## WHAT IS CLAIMED IS:

1. An athermal arrayed waveguide grating comprising:
  - an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior
  - 5 side;
  - a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of light;
  - a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from each other, for connecting the input waveguide with the grating array;
  - 10 a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the grating array to be imaged on an egress surface thereof; and
  - an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated channel.
  - 15
2. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 1, wherein the first slab comprises:
  - a first layer connected to the input waveguide and having a predetermined refractive index which is different from that of the input waveguide; and
  - 20 a second layer interposed between the first layer and the grating array and having a refractive index which is equal to that of the input waveguide.
3. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 2, wherein the first slab is formed by material having a refractive index of 1.415 for the first layer and
- 25 having a refractive index of 1.46 for the second layer.
4. An athermal arrayed waveguide grating according to claim 2, wherein the first layer of the first slab has a length of  $21.07\mu\text{m}$  in a direction in which the optical signal travels.

## ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

Disclosed is an athermal arrayed waveguide grating. The arrayed waveguide grating comprises an input waveguide for inputting two or more optical signals from one exterior side, a grating array for separating the optical signals into different wavelengths of light, a first slab, formed with two layers which have different refractive indices from each other, for connecting the input waveguide with the grating array, a second slab for causing the different wavelengths of light separated at the grating array to be imaged on an egress surface thereof, and an output waveguide array for outputting each wavelength of light imaged on the egress surface of the second slab to the other exterior side in a form of a separated channel.